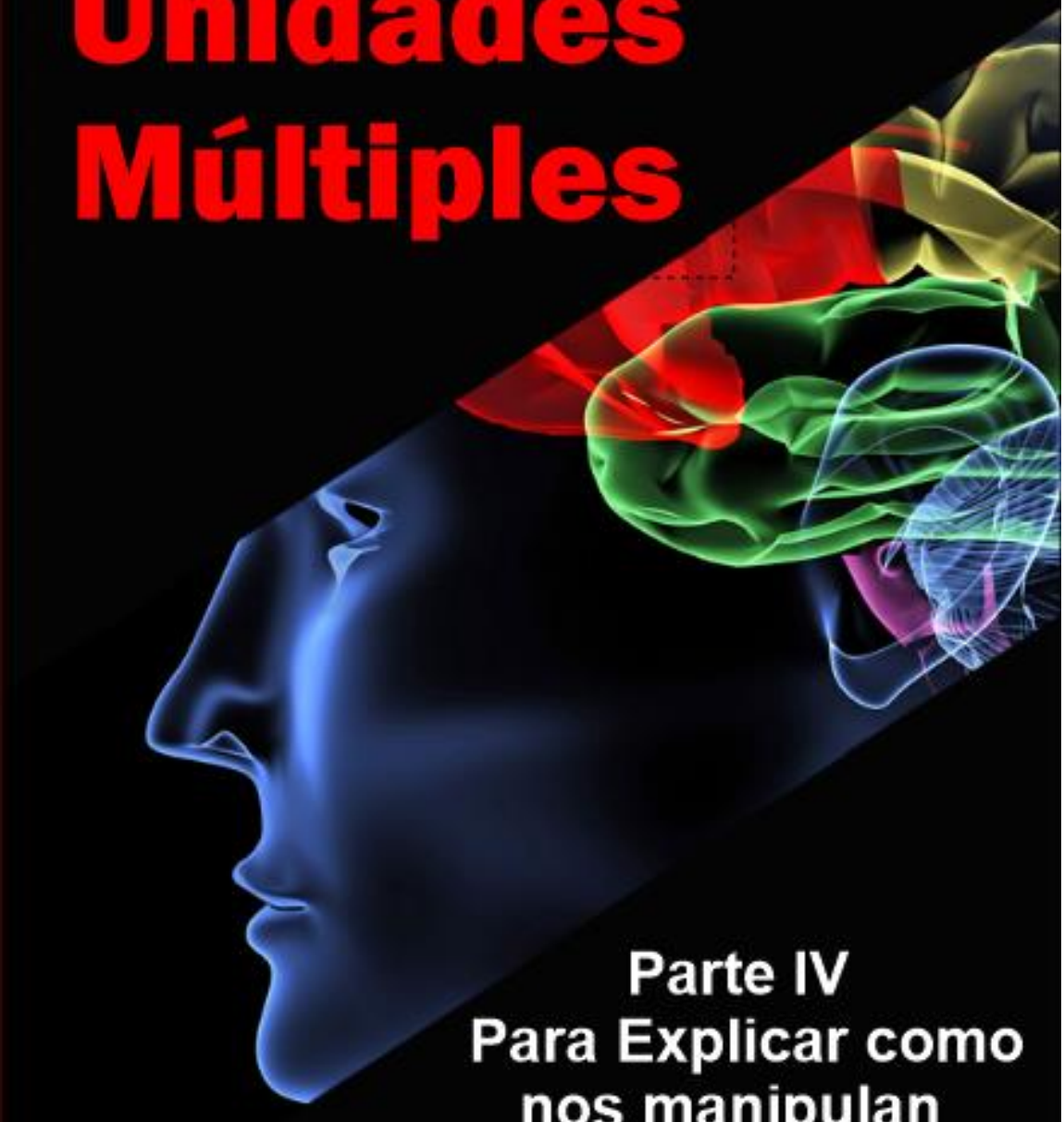
Nuestra Jugada con

Unidades Múltiples



Parte IV
Para Explicar como nos manipulan

Gustavo Mejía Quintero

Nuestra jugada Parte IV – Como nos manipulan con el conocimiento

Vivimos para cumplir imposiciones de un mítico dogma que en la naturaleza no tiene razón de ser, por él, como irracionales hasta nos matamos y destruimos el planeta, mientras millones de mundos esperan por nosotros.

Nuestra Jugada con

Unidades Múltiples

Parte IV

Para explicar como nos manipulan

Entendiendo como funciona nuestro organismo

Copyright © 2022 - Gustavo Mejía Quintero

Todos los derechos reservados.

ISBN:

Este trabajo es un reclamo y a la vez un apelo para que todos usemos el cerebro y su capacidad de raciocinio en la forma que verdaderamente nos fue asignado por la naturaleza si queremos Vivir de verdad. Nuestra Jugada para conseguir eso, propone estrategias con las que podemos abandonar los dogmas de la trilogía "Oro, Riqueza y Poder" que nos impusieron desde hace milenios y con los que nos dominan subrepticiamente hasta el punto de obligarnos a matarnos y, además, destruir nuestro paraíso, siendo estúpidamente esclavos de algo que es solo un mito, que, desde un punto de vista de la lógica natural, es un absurdo.

Cómo jugar para recuperar nuestro paraíso

Una serie de exposiciones basadas en la realidad que vivimos en un planeta que clama por recuperar su equilibrio. Por eso, investigamos la razón para vivir mal, reflexionando sobre el hecho evidente que si somos racionales y el sol es quién provee toda la energía que usamos y sale todos los días para todos sin pedir nada a cambio, cual es la razón que justifique para que exista tanta inequidad y discriminación en un mundo poblado por seres supuestamente racionales.

Para aclarar ese cuestionamiento, primero buscamos en la historia para encontrar las causas y luego señalar a quienes causaron el caos que vivimos, para luego escudriñar en el conocimiento disponible para encontrar alternativas, pero descubrimos que gran parte de él, está cautivo o fuera de nuestro alcance.

Partiendo de la información que hay, con deducciones realistas, buscamos cual podría ser el funcionamiento ideal de todo en la naturaleza. Al encontrar las razones para que exista ese desequilibrio, pudimos finalmente presentar una solución viable, que ofrece la oportunidad para recuperar nuestra tranquilidad y tal vez, vivir todos en paz, disfrutando de nuestro paraíso.

En algún momento puede parecer muy tediosa la lectura en seis partes, pero llegamos a la conclusión que son necesarias para poder tener un concepto real de lo que acontece, seguros de que estamos aportando y presentando ideas con argumentos, para que todos reflexionemos sobre esa realidad.

La decisión es simple, si quiere continuar esclavizado por esas cadenas invisibles que hasta ahora nos impiden vivir como seres racionales que somos o integrarnos para buscar un futuro más digno, modificando los objetivos de vida, usando la razón que obliga a obedecer los mandatos de la naturaleza, pensando en el mundo que dejaremos a nuestros hijos.

La propuesta que se incluye en este trabajo y que representa "Nuestra Jugada" para sobrevivir dignamente y recuperar nuestro paraíso, plantéa la posibilidad de unirnos al rededor de las enseñanzas de la naturaleza que nos muestra de diversas formas la manera de interactuar con ella, sin destruir sus ecosistemas obedeciéndo sus bionormas que nos indican que todo debe de funcionar integrado, en Unidades Múltiples porque nada es individual y que la razón debe de primar sobre tradiciones o costumbres que imponen dogmas que son ajenos a la indicación de funcionamiento que nos hace esa naturaleza, que es perfecta en su conjunto.

Pensando en eso y conociendo de la forma de pensar de muchos, sabiendo que priman intereses individuales o deseos de figuración, optamos por crear la Compañía Coordinadora, Comercializadora y Generadora de Unidades Múltiples, COCOGUM cuyo nombre se ajusta exactamente a los objetivos propuestos como solución y para que lidere la propuesta de cambio, que va más allá de una simple revolución conceptual, agregando que significa un cambio de objetivos de vida y una reconfiguración total del modelo de sociedad existente, buscando la recuperación de nuestra condición de seres racionales usando adecuadamente los recursos naturales que constituyen nuestro paraíso. Anotamos que la empresa ya está vigente y dispuesta a recibir a todos como socios de forma que todos seamos empresarios de nuestro propio destino.

Señalando que los objetivos propuestos, están con base en la premisa de igualdad que debe de existir entre todos los seres humanos para obedecer el diseño natural, ya que la naturaleza nos dotó a todos por igual con ese raciocinio cognitivo lógico voluntario, por lo tanto, le corresponde a cada uno de nosotros obtener los triunfos o beneficios, usándo esa inteligencia a cabalidad sin tener las talanqueras o limitantes impuestas por dogmas ajenos a nuestra realidad, abriendo la posibilidad de pensar más en ese universo que con millones de millones de mundos que posiblemente podremos conquistar.

El Autor

Parte I, Para iluminar el pasado que está Oculto

Ante la situación de violencia que se vive en el mundo, que en la mayoría de los casos es causada por inequidades y discriminación, tomamos como fundamento el antecedente de que el conocimiento es necesario para encontrar soluciones. Por eso, apelamos a la historia para conocer o mejor, encontrar las razones de nuestras desventuras. En esa taréa descubrimos que nuestra historia se prolonga a lo largo de más de 12000 años, de los que se tienen vestigios reales, qué por alguna razón, mucha parte de esa historia permanece en el olvido. Por eso navegamos en el tiempo, escudriñando los detalles sobre la razón para que existan las inequidades y discriminación que nos han afectado hasta llegar al comienzo del siglo XX.

Parte II, Para señalar los causantes del caos

Todos los acontecimientos relacionados con los temas de inequidad y discriminación, ocurridos durante el siglo XX nos permiten conocer los antecedentes que configuran el complicado entramado de poder que domina nuestra vida, con esa información, podemos identificar exactamente desde dónde, cómo y quiénes son los que manipulan los hilos con los que se mueve el mundo, que comúnmente se denomina como el "Sistema" con sus agendas y la estructura que arman con un "Establishment" con el que subrepticiamente nos obligan a obedecer sus imposiciones con las que hoy avanzan creando las condiciones que evidentemente representan una amenaza contra nuestra libertad, por lo tanto, esclavizarnos con su lema "No tendrás nada, pero estarás feliz".

PARTE III, Liberar el Conocimiento que está cautivo.

Partiendo de la premisa que tenemos con el sol y su energía, que es el medio con el que la naturaleza (Dios) nos suministra toda la energía que necesita el planeta para funcionar, para entender eso a cabalidad necesitamos de conocimiento, partimos del átomo para buscar la forma de entender su funcionamiento, entonces nos quedan muchas inquietudes que intentamos aclarar usando internet, encontramos nombres, fórmulas y razonamientos abstractos que son usados

por los científicos, que poco o casi nada contribuyen para que los legos en esos temas, entiendan realmente como funciona la naturaleza. Ante esa situación y usando nuestro raciocinio, arriesgamos deducciones que conducen a entender mejor todo y con eso, a la vez, mostrando conceptos que confirman que parte del conocimiento, evidentemente está cautivo.

PARTE IV, Para explicar cómo nos manipulan

Con lo investigado sobre el átomo, entendemos mejor el tema de la energía vital y sus implicaciones, aclarando detalles sobre cómo funciona nuestro organismo físico, psíquico y psicológico para entender cómo usan ese conocimiento para imponer sus conceptos malthusianos y eugenésicos que en nada favorecen a la mayoría de los habitantes del planeta, aclarando también con eso, la subrepticia forma cómo somos dominados.

Parte V, Describimos las herramientas de dominio.

Juntando los hilos de lo expuesto en las otras partes de este trabajo, queda demostrada nuestra dependencia de un "Sistema" que es acéfalo y anónimo. Profundizamos en la búsqueda de explicaciones para entender y mostrar la forma como nos domina el "Sistema" y poder entender la situación y con eso, poder definir y juntos encontrar soluciones.

Parte VI, Análisis de la realidad y la Propuesta

Haciendo un resumen de los antecedentes, planteamos una propuesta formal de solución, con una filosofía que representa un cambio radical en algunos aspectos al modificar los objetivos de vida, pero enfocados en un punto de vista lógico que es la forma de encontrar nuestra racionalidad con beneficio para todos. Proponemos usar los beneficios que nos ofrece la naturaleza, pensando que hay un universo que puede estar a nuestro alcance si abandonamos la estupidéz de vivir esclavizados por mitos que no tienen razón lógica para "vivir".

“Aparentemente, la historia que conocemos no es nuestra verdadera historia y aún queda mucho por descubrir sobre este oscuro pasado para entender la locura que vivimos en el presente y al comprender esto, unirnos para poder diseñar nuestro futuro buscando recuperar este paraíso que anhelamos todos y que hoy lo tenemos perdido.”

¿Cómo probaron esto? 637
¿Cuáles son las funciones del hipocampo? 486
¿Cuáles son las partes del cerebro? 324
¿Cuáles son los principales sentimientos? 645
¿Cuáles son los temperamentos por el momento de la concepción?} 573
¿Cuántas emociones hay? 621
¿Dónde se sienten las emociones en el cuerpo? 634
¿Es lo mismo emoción que estado de ánimo? 622
¿Localizar ls emociones realmente funciona? 635
¿Nada te trae alegría? 650
¿Para qué sirven los sentimientos? 669
¿Por qué debería abordar sus emociones? 639
¿Qué es el hipocampo? 486
¿Qué es un sentimiento? 669
¿Qué es una emoción? 668
¿Qué pasa si no se pueden encontrar las emociones? 638
"Inteligencia, aprendizaje y memoria. 493
3. EL TACTO 356
5 Los Ojos 362
Ácidos Carboxílicos 51
Ácidos Grasos Omega 77
Activación multidimensional 513
Activación unidimensional 512
Adicción, dependencia y rehabilitación 463
ADN – Energía Astrológica 579
Alcoholes 51
Aldehídos 52
Algunos electrones fluyen de manera cíclica 277
Alimentos a incluir 496
Alquenos 71
Amidas 53
Amígdala e hipocampo. 483
Amigdala y las emociones: 529
Aminas 53
Aminoácidos 88
Antecedentes filosóficos sobre las sensaciones 507
Área prefrontal: 483
ARN 112
Asiento de los corpúsculos gustativos, el gusto 352
Aspectos biológicos de la psicología 333
Aspectos generales 430
Astrología, Fisica y Ciencia 580
Azúcar de cinco carbonos 104
Base molecular del almacenamiento de memoria. 545
Base Nitrogenada 104
Bases anatómicas de la memoria. 542
Bilioso (cuerpo / sangre vital o etérico) 574
Bioenergética y Reacciones Químicas 192
Branding emocional: 703
Branding emocional: ¡mejores prácticas! 707
Cambios fisiológicos producidos por las sensaciones: 507
Canales de fuga 396
CAPÍTULO I
Átomos y la vida 22
Capítulo II
Integración de elementos 44
Capítulo III
Fosfolipidos y proteínas 83
Capítulo IV
ADN, ARN y ATP. 102
CAPÍTULO IX
Los vegetales, transforman energía en alimento 264
Capítulo V
Teoría celular 118
Capítulo VI
Membrana plasmática 154
Capítulo VII

Energía y metabolismo 192
CAPÍTULO VIII
La respiración celular 230
Capítulo X
La reproducción en los organismos vivos 287
Capítulo XI
La procreación Humana 313
CAPÍTULO XII
El cerebro 322
Capítulo XIII
El cerebro y el sistema nervioso 333
CAPÍTULO XIV
Los órganos de los sentidos 348
CAPÍTULO XIX
Relación física, psíquica y psicológica 503
CAPÍTULO XV
Estructura de la neurona 370
Capítulo XVI
Transmisión de señales 409
Capítulo XVII
Neurotransmisores y sus receptores 430
CAPÍTULO XVIII
Sistema nervioso central 477
CAPÍTULO XX
Sensaciones y emociones 523
Capítulo XXI, Temperamento, Carácter y Personalidad 562
Capítulo XXII
El Carácter. 593
CAPÍTULO XXIII
Personalidad 608
Capítulo XXIV
Las emociones 619
Capítulo XXIX
Epilogo 725
Capítulo XXV
Los sentimientos 644
CAPÍTULO XXVI
Relación entre las emociones y los sentimientos 668
CAPÍTULO XXVII
La publicidad 701
Capítulo XXVIII
Conclusiones 718
CARÁCTER AMORFO (no emotivo, inactivo, primario): 597
CARÁCTER APASIONADO (emotivo, activo, secundario): 596
CARÁCTER APÁTICO (no emotivo, inactivo, secundario): 597
CARÁCTER COLÉRICO 596
CARÁCTER FLEMÁTICO (no emotivo, activo, secundario) 597
Carácter nervioso (emotivo, inactivo, primario): 596
CARÁCTER SANGUÍNEO (no emotivo, activo, primario) : 597
CARÁCTER SENTIMENTAL (emotivo, inactivo, secundario): 596
Características del ADN y el ARN. 114
Características del temperamento biotemperamental o naturalista 567
Características del temperamento colérico 567
Características del temperamento flemático 565
Características del temperamento melancólico 566
Características del temperamento sanguíneo 564
Carbohidratos 59, 160
Catabolismo de aminoácidos 469
Ceras 79
CEREBRO como centro transmisor 477
CEREBRO como Centro transmisor 477
Cerebro y neuronas 330
Cetonas 52
Clases de Drogas Psicoactivas 459
Cómo funciona el centro de comando del nuevo ser 323
Cómo funciona el ojo 365
Cómo la vergüenza genera secreto en lugar de cambio 658
Cómo mejorar tu sistema límbico 494
Como se forma el cerebro 322
Cómo se forman, almacenan y se recuerdan los recuerdos 541

Cómo se siente, según la gente que sabe 663
Componente cognitivo 630
Conceptos astrológicos fundamentales 586
Conclusiones sobre el conocimiento. 725
Conclusiones sobre los afectos 721
Conexión de evolución 91, 135, 257
Control Eléctrico del Comportamiento: El Sistema Nervioso 550
Control vital en los vegetales. 285
Cortex cingulado anterior (cca): 533
Cortex prefrontal: 531
Cromatina y cromosomas 127
Cultura del carácter 594
Definición de emoción. 523
Definición de la personalidad 611
Dependencia de la familia. 600
Dependencia de la Familia. 600
Dieta antiinflamatoria 495
Disacáridos 63
Disfrute 649
Disgusto 656
Drogas psicoactivas popularizadas como arte. 457
Efecto de la energía o fuerza vital 318
Efectos de la publicidad 712
Efectos negativos de la publicidad en niños y adultos 710
El ADN es cuántico. 576
El Carácter y los trastornos del carácter en psicopatología 595
El citoplasma 125
El conocimiento de la genética y su importancia 105
El Estrés 516
El hipocampo 485
EL MOVIMIENTO. 493
El núcleo 126
El núcleo de la neurona 370
El Oído 358
El sistema límbico 324
El Sistema Nervioso Central (SNC): Las neuronas dentro del cerebro 336
El Sistema Nervioso Periférico 343
El tacto 356
El Uracilo, 108
Electrones y Energía 230
Emociones negativas 624
Emociones negativas y salud física 626
Emociones positivas 623
Emociones variables 623
Emociones, raciocinio y los comportamientos 631
En principio, ¿qué es branding? 704
Energía del ATP 235
Energía gratis 202
Energía Potencial, Cinética, Libre y de Activación 199
Entonces, ¿exactamente dónde descansan las emociones en nuestros cuerpos? 636
Epitelio auditivo 360
Epitelio olfatorio 354
Epitelio visual 363
Equinoccio 570
Esteroides 85
Estructura de membrana plasmática 374
Estructura extranuclear de la neurona 401
Estructura general de los epitelios sensoriales 351
Estructuras y conexiones de la amígdala 489
Éteres 52
Eucariotas 122
eurotoxinas que actúan sobre los receptores postsinápticos 438
Factores abióticos 46
Factores que pueden causar disfunción del sistema límbico 485
Fibras musgosas: 545
Formación del carácter, herencia genética y el entorno familiar 598
Formación del Temperamento 562
Formas de reproducción entre los organismos vivos 287
Fosfatidilcolina 83
Fosfolípidos 156

Fosforilación 236
Fósforilación Oxidativa 247
Fotofosforilación 278
FUNCIONAMIENTO FÍSICO DEL SISTEMA 549
Funciones corporales basicas. 499
Funciones del sistema límbico 483
Fundamentos de la personalidad según Gordon Allport 613
Garantías de Schaffer: 546
Glicolípidos 391
Glicoproteínas 390
Grasas trans 77
Grasas y aceites 73
Grupo Fosfato 104
Hay cuatro habilidades básicas fundamentales: 641
Hidrocarburos 69
Hidrocarburos alifáticos 69
Hidrocarburos Aromáticos 70
Hidrólisis 58
Hipermetropía 367
Hipocampo y aprendizaje 487
Hipocampo y comportamiento 488
Hipocampo y memoria 486
Hipocampo y navegación espacial 488
Historia del concepto sobre la personalidad 609
Influencias del ambiente en la personalidad 618
Integrantes del proceso reproductivo 290
Inteligencia emocional 641
Ira 654
Isómeros 54
La activación de las sensaciones 510
La actividad sexual. 313
La adenina 107
La amígdala 488
La amígdala en la formación de memorias declarativas con contenido emocional. 492
La amígdala y el miedo 490
La amígdala y la ansiedad 491
La bicapa fosfolipídica 374
La Bioquímica, Recreando la tierra primordial. 36
La Célula, la base de la vida 118
La Citosina 108
La Energía del ATP 214
La estrategia para aislar a las personas: Mascotas 721
La experiencia subjetiva 619
La Física, El principio de la energía 31
La fotosíntesis. 264
La fuerza magnética y el temperamento 568
La Fuerza vital, la Química y la Bioquímica 22
La Glucólisis 238
La guanina, 107
La influencia magnética en la hora de la concepción 569
La memoria 538
La memoria como elemento de dominio 477
La prioridad por satisfacer las necesidades fisiológicas, generan sentimientos instintivos: 644
La Psicofísica 517
La Rejilla Electromagnética 577
La respuesta conductual 620
La respuesta fisiológica 619
La Timina 108
La vergüenza 657
Las bionormas 599
Las consecuencias del descontrol en la energía 679
Las facultades mentales 626
Las Leyes de la Termodinámica. 209
Las proteínas 86
Las Sensaciones y el consumo de energía 632
Linfático (cuerpo emocional / sistema glandular) 576
Lisosomas 140
Los componentes y funciones de la membrana plasmática 164
Los epitelios sensoriales en los órganos de los sentidos 351
Los Lípidos 73

Los productos químicos del cuerpo ayudan a controlar el comportamiento: el sistema endocrino. 554
Los seres vivos 47
Los tipos de memoria 538
Macroarquitectura del Cerebro 327
Macromoléculas 50
Manejar los niveles de estrés 498
Melancólico (cuerpo físico) 574
Memoria a largo plazo 544
Memoria de corto plazo 543
Memoria de trabajo 543
Memoria emocional y trastorno de estrés postraumático 491
Memoria explícita: 544
Memoria implícita: 544
Metabolismo Celular 193
Metabolismo de los aminoácidos 468
Metabolismo de los Hidratos de Carbono 194
Métodos para estimar umbrales 518
Microarquitectura del neocortex 329
Miedo 652
Miopía 366
Mitocondrias 129
Modelo de mosaico fluido 155
Moléculas orgánicas 51
Monómeros 53
Monosacáridos 60
Neuromodulación de la memoria 547
Neuronas, la mente y redes neuronales artificiales 427
Neuroplasticidad 494
No hay reglas cuando se trata de avergonzar en línea 660
Objetivo de la publicidad: control de las personas. 718
Olfato 354
Orientación biológica de las emociones 527
Orientación cognitiva 533
Orientación conductual en el estudio de la emoción 525
Ósmosis 173
Oxidación del Piruvato y el ciclo del ácido Cítrico 242
Pasos en el ciclo del ácido cítrico 245
Pero, ¿qué es un horóscopo? 582
Polisacáridos. 64
Porfirinas 116
Posibles culpables del entumecimiento emocional 664
PREÁMBULO 18
Presbicia 367
Principio eléctrico en las Neuronas 392
Problemas de visión 366
Procariotas 118
Proteínas 159
Psicopatología común 594
Publicidad y la manipulación de las emociones 701
Qué es branding emocional? 705
Que es el Carácter? 593
Que es el Temperamento 563
Qué es, cómo funciona y cuáles son los beneficios 703
Que son las Emociones. 619
Raciocinio Cognitivo Lógico Voluntario (RCLV) 628
Reacciones endergónicas y reacciones exergónicas 203
Recepción de las señales externas 348
Receptores especializados en la piel envían señales del tacto al encéfalo 356
Reflexiones sobre la inteligencia emocional 642
Reflexiones sobre la memoria y las emociones 560
Reflexiones válidas sobre las dimensiones en las que vivimos 19
Regulación de activación de las sensaciones 514
Regulación de la Respiración Celular. 259
Replicación Semi conservadora de ADN 299

Respiración celular anaeróbica 254
Resumen de las Neuronas 472
Ribosomas 128
Salado, Dulce: la lengua es el principal órgano del gusto 353
Sangre (cuerpo mental / sistema nervioso) 575
Satisfacción e insatisfacción. 644
Sensaciones y percepciones 503
Seres con vida y Elementos Inertes 44
Sinapsis Eléctricas 410
Sinapsis ionotrópicas y metabotrópicas 414
Sinapsis Químicas 411
Singamia y Anfimixis 314
Sistema límbico 480
Sistema nervioso parasimpático 501
Sistema nervioso simpático 500
Solsticio 571
Temperamento Colérico 566
Temperamento en psicología 568
Temperamento flemático 565
Temperamento melancólico 565
Temperamento Sanguíneo 564
Temperamentos combinados 567
Teorías de la personalidad 613
Tipos de ácidos nucleicos 102
Tipos de amnesia 540
Tipos de Neuronas 405
Tipos de neurotransmisores 420
Tipos de proteínas y funciones 87
Transmisión sináptica 410
Transmisión sináptica en revisión 425
Tristeza 651
Usos de las drogas psicoactivas 461
Vergüenza es satisfactorio, pero sobre todo para el que avergüenza 662
Visión general de la transmisión de señales 409

PREÁMBULO

Como ha pasado el tiempo, en los últimos años, que hace que estábamos en diciembre, fecha en la que regresé de Brasil y ya estamos en Julio, me da la impresión de que todo ocurre más rápido, porque pensando en eso, reflexionando bien a fondo sobre el tema, podemos deducir que el tiempo es medido mecánicamente y eso no ha variado, o sea que queda descartada la hipótesis de que la tierra esté girando más rápido, entonces solo queda la opción de que es una cuestión de percepción, los años, tal vez.

Todo está pasado muy rápido, por ejemplo, en este momento estoy sentado en la mesa junto con mi nieta Luciana, la hija mayor de mi hijo menor, quien ayer cumplió 10 añitos y que hace que la tenía en mis brazos recién nacida. La miro bien, ya se puede decir que es toda una mujercita, muy bonita por cierto y buena bailarina, más que una aficionada, ya se puede decir que es una profesional bailando Salsa.

Le preparé un buen pedazo de carne asada, escogida de un corte blandito y bien tierna, con arroz y ensalada, me imaginé que, como su papá, debería ser buena cuchara, pero me equivoqué. La veía juguetear con el tenedor, pero de lo que se dice comer, casi nada. Viéndola en esa actitud, pensé que le faltaba algo para hacer atractiva esa comida para ella, fui a la nevera y le alcancé la salsa de tomate y salsa rosada, pero tampoco eso la animó a comer.

Pasado un buen rato y viendo que no se animaba, recogí los platos, lavando los platos, dispuesto a seguir con los planes que tenía para ese día, visitar el Parque de diversiones Mundo Aventura. Pero me preocupaba esa muchacha, desde el día anterior que llegamos de Cali, no había comido casi nada.

Tomamos un taxi que nos llevó hasta la entrada del Centro Comercial Las Américas, lo atravesamos y cuando pasábamos frente a un McDonalds, mi nieta me detuvo y me dijo

-Abuelo, tengo hambre, quiero comer una hamburguesa.

Me pareció un poco fuera de tono la solicitud de Luciana, ya que pocos minutos antes la veía jugar con el tenedor sin tocar la carne que le había servido, pero así son los muchachos.

-Vamos para Mundo Aventura, allá me imagino que También venden hamburguesas, le dije tratando de mantener un gesto amable a pesar de que estaba un poco molesto con su actitud.

-Abue, quiero Mcdonalds, allá adentro no hay Mcdonalds, dijo en tono seguro.

Al fin y al cabo, ella estaba disfrutando sus vacaciones, no me quedó más remedio que entrar con ella al restaurante, a pesar de que estaba bastante lleno a esa hora del medio día, menos mal que fuimos atendidos rápidamente por uno de los empleados que me indico que hiciera el pedido por la aplicación en el celular para que fuera atendido más rápido y en efecto, momentos después estábamos sentados en una mesa, ella con su hamburguesa doble carne y yo con un tinto, porque yo si me había comido mi buen pedazo de carne.

* : Reflexiones válidas sobre las dimensiones en las que vivimos

Tenemos la evidencia de que perdimos el control de nuestros actos, vemos surgir señales de alerta como la orden de congelar todas las cuentas bancarias de los camioneros que protestaban contra las medidas arbitrarias de un gobierno que es opresor con su pueblo con el argumento de proteger el medio ambiente en Canadá. Vemos esas mismas protestas protagonizadas por emigrantes musulmanes en Francia, Suecia, Bélgica y en muchos otros países, en todo el mundo, se siente una sensación de desagrado y de insatisfacción por las decisiones que se toman, pero la gran prensa en el mundo, trata ese tema como el resultado de una conspiración contra organizaciones multilaterales legítimamente constituidas,

que, según ellos, el objetivo de sus acciones, es el beneficio para toda la humanidad.

Nos dirigen y secuestran nuestra libertad manipulando la realidad, creando paradigmas, mitos y dogmas que atendemos sin chistar, la prueba de que esas palabras son ciertas, la tenemos con el dinero como ejemplo, que es nuestro dinero depositado en un banco, nos dicen que es por seguridad, pero en realidad es un negocio para que otros ganen dinero con él, pero además de eso, nos cobran por usar ese nuestro dinero, obligándonos a usar las tarjetas, que cobran un valor cuando vamos a sacar en un cajero y si compramos con esa tarjeta, por cada compra cobran un porcentaje, nos dicen que lo paga el vendedor, pero ese vendedor ya incluyó ese valor en el precio que nos cobra.

En este momento, nada es gratuito, todo se paga, muchas veces por anticipado, nos cobran por nacer, por vivir y hasta para morir se necesita dinero, nos hacen creer que somos libres, pero en la triste realidad que vivimos, estamos encasillados en un modelo de producción que nos obliga a vivir para trabajar para poder sobrevivir.

El hecho no es reclamar, como se ha venido haciendo a través de los siglos, con múltiples guerras, revoluciones propiciadas por pensadores que intentaron cambiar la realidad, pero todas, absolutamente todas han fracasado, lo que pone en evidencia que existe un poder que, desde las sombras, que llamaremos como "el Sistema" siempre prevalece sobre ideas, filosofías, religiones o sobre el mismo militarismo dictatorial, superando en el tiempo todas las evoluciones sociales que se han dado.

Entonces, evidenciamos que esos personajes anónimos que conforman ese "sistema", han logrado mantenerse alejados de los reflectores, manipulando la información de la gran prensa de la que ellos se adueñaron para poder manipular la información que le llevan a la gran masa, que es el pueblo que paga los impuestos, que mantienen a los gobiernos en todos los países del mundo.

Como vemos, es un resumen sencillo que demuestra que, hasta hoy, su poder basado en su riqueza, es dominante y explotador. Lo peor, es que por la señal de alerta que tenemos, como es el hecho que con su riqueza crearon un "Establishment" con gobiernos supuestamente "Progresistas" dominados por ellos a través de

organizaciones transnacionales, en los principales países del mundo. Con el argumento de proteger el medio ambiente, están adoptando medidas restrictivas que afectan la rutina diaria de todos, sin discriminación en beneficio de ese muy pequeño número de multimillonarios dueños de las acciones de las principales empresas en el mundo, que, con eso, están dando la señal que, quizás ahora quieren ampliar aún más su dominio.

CAPÍTULO I : Átomos y la vida

*** : La Física, la Química, la Bioquímica y la Fuerza vital,**

En la Parte III de este trabajo, describimos la conformación del átomo, aceptando la existencia de una trilogía básica integrada por una Fuerza magnética y dos energías, una positiva representada por los fotones y otra negativa representada por los neutrinos, esa trilogía se une para conformar los quarks que a su vez se agrupan complementando esa energía, vimos que el quark Up que es positivo que busca su complemento, que es el quark Down, si llega otro quark Up ($2/3^+ + 1/3^- + 2/3^+ = 3/3^+ = 1^+$), se convierte en un Protón, si llega otro quark Down ($2/3^+ + 1/3^- + 1/3^- = 0$), se convierte en un Neutrón.

Pero como todas las partículas tiene las mismas fuerzas magnéticas que se atraen entre sí, Neutrones y Protones no pueden estar flotando sueltos y para evitar que sus polos magnéticos se rechacen, atraen quarks sueltos que al final forman los "piones" que permiten a las energías unirse, dando como resultado la formación del protón completo (neutrón, pion, protón), que, a su vez, genera la fuerza de atracción magnética denominamos como Bosones que retienen los electrones, que a su vez, en su conjunto genera una atracción magnética que denominamos como gravedad o fuerza gravitacional.

Esos conjuntos de quarks que conforman los protones, tienen una masa y fuerza de atracción magnética, por esa razón, también se integran a otros protones para darle forma a los elementos químicos, agregando que todos tienen sus electrones, que son partículas que conservan su fuerza magnética independiente del núcleo, razón por la cual, la naturaleza en su perfecto diseño, la tiene como el elemento de intercambio de energía para modificar la estructura y las condiciones de los átomos (temperatura, presión y el estado de la materia).

Hay que hacer un recuento para entender realmente el concepto de energía y para eso, retomamos lo que vimos anteriormente, cuando esas partículas lanzadas por nuestro sol o por cualquiera de los millones de soles que existen en el universo, alcanzan la superficie de la tierra, entran en contacto con las partículas de masa fría que existe sobre la corteza terrestre, entonces se producen cambios físicos y químicos que generan reacciones que parten de ese principio de intercambio de energía, positivo y negativo que generan otras derivaciones de la energía como eléctrica, mecánica y química.

Hay una evidencia de esto que todos podemos comprobar, los científicos nos dicen que para saber la edad o la antigüedad de algo se usan isotopos de carbono (carbono 14) y sabemos cómo se forman los isotopos, recordando eso, un átomo recibe otro quark adicional a los protones completos que ya tiene y comienza el proceso de formación del protón que durante su período de formación toma el nombre de isótopo (que recibe carga). Para esclarecer un poco el concepto del carbono 14, debemos conocer su antecedente.

Alguna vez han dejado una habitación completamente cerrada, pero que le entre luz, notaron que, pasado un tiempo, aparecen las superficies lizas con un polvo, que aparentemente entra en forma inexplicable, pues bien, ese polvo se compone de esas partículas que viajaron en el espacio, que, al llegar al suelo, formaron quarks que se juntaron con otras partículas y conformaron átomos que le dan las formas primarias para la masa fría. Eso mismo ocurre en toda la extensión del globo terráqueo, por eso se forman las capas geológicas que nos relatan la antigüedad de lo que se encuentre dentro de ellas, en el caso del carbono 14, por estadísticas, sabemos que, los isótopos ese elemento se forman en determinado espacio de

tiempo y sumando eso, determinan cuanto tiempo ha pasado para su formación.

Todo lo que existe sobre el universo, responde a ese principio de equilibrio generado por las fuerzas magnéticas y sus polos opuestos, el planeta tierra depende de los efectos de la Fuerza Magnética de la que se deriva la energía gravitacional que nos mantiene erguidos sobre la superficie y no permite que seamos aplastados al ser atraídos por el núcleo del planeta o que estemos volando en el espacio al ser atraídos por el sol.

Pero hay algo más interesante, un hecho del que poco se habla porque es un tema que se puede decir, que es considerado un tabú porque no existen respuestas convincentes para explicarlo, porque existen todos esos elementos abióticos que son formados por esos átomos y que tienen una explicación lógica en esa fuerza magnética, de la que aun sabemos muy poco, se imaginan explicaciones complicadas, nos hablan que ese magnetismo es generado por 11 cuerdas (cuya explicación por deducción, le adjudicamos a la unión de esas 8 fuerzas magnéticas que a su vez generan 3 tipos de bosones (W, Z y Gluones) que son los que afectan el núcleo del átomo) y que caprichosamente se forman de acuerdo con su orden de llegada para darle forma a la materia o a la antimateria, que representan todos los elementos, aleaciones y factores químicos en el universo.

Pero en nuestra realidad, además de esos elementos químicos que conforman la materia, también existimos nosotros y muchos otros elementos que llamamos de bióticos (que tienen vida), que estamos compuestos por algunos de esos mismos elementos químicos existentes sobre el planeta, pero organizados de tal forma que todo en ellos, funciona perfecto, pero, para que existan es necesaria una activación y esa activación es la maravilla no inexplicada, igual que a la fuerza magnética, hay que imaginarle una interpretación, porque la evidencia es que existe en forma irrefutable. Por eso la llamaremos de "Fuerza Vital".

Para explicar eso, tenemos el fenómeno que los científicos denominan "Anfimixis", que equivale al momento supremo del inicio del ciclo vital para cualquier ser vivo, cuando la naturaleza, siguiendo su rutina trinitaria, une a dos macromoléculas conformadas cada uno por 23 pares de cromosomas integrados por elementos químicos

básicos (lo llamamos de ADN masculino y femenino), con una fuerza vital que los une.

Esto funciona casi siempre dentro de un núcleo (ovulo) con su ADN generado por el componente femenino de los seres vivos, ese núcleo busca encontrar su contraparte u otros agentes externos la traen hasta él, o sea el ADN generado por el macho (esto funciona para todos los seres vivos). Hablando de los seres humanos, hay que resaltar que dicho óvulo generalmente se encuentra en el útero de la hembra, pero no tiene ninguna comunicación directa con su sistema nervioso ni con ningún otro órgano de la madre, lo que impide la llegada de cualquier señal que active o produzca algún efecto en ambos pronúcleos con ADN.

De acuerdo con lo que hemos visto, para que existan reacciones bioquímicas, es necesario una energía activadora para todos los procesos (para que exista un ion, es necesario que exista una energía previa que aumente los fotones en el electrón donante (oxidación) que se convierte en ion positivo y en el receptor que se convierte en ion negativo (reducción), entonces, al revisar la estructura de los ADN, nos encontramos que todos los orbitales de los electrones son estables, eso quiere decir que cumplen con la ley del octeto, por lo tanto, para reaccionar, necesitan de un activador externo. Agregando a eso, a cada momento se producen miles de millones de apareamientos, pero el porcentaje de fecundación es mínimo, verifiquemos esa cifra:

La población mundial hoy es de 8 mil millones aproximadamente, suponiendo que existan mil millones de parejas y de esas, 500 millones en edad reproductiva (6,25%) que se aparean un promedio de 3 veces por semana, contando que la mujer tiene un período de fertilidad equivalente en promedio a una semana al mes, nos darían 18.000.000.000 de apareamientos al año, 49.315.068 por día, 2.054.794 por hora y 34.246 por minuto.

Ahora veamos que verificando la tasa de crecimiento de la población según las Naciones Unidas, está establecida en el 1.1% anual, eso quiere decir que hay un promedio de 241.095 nacimientos diarios, que equivalen a 10.045 cada hora o sean 167 nacimientos cada minuto, entonces el porcentaje de nacimientos, teniendo en cuenta la fertilidad efectiva de la mujer es del 0,4876 %, valor sumamente

pequeño, lo que nos deja en evidencia que de cada mil apareamientos exitosos con mujeres en su período fértil, o sea que los óvulos tienen la posibilidad de recibir el espermatozoide fecundador con el consecuente encuentro entre los dos ADN, solamente se hacen efectivos 5 fecundaciones de cada mil apareamientos con condiciones propicias para la fecundación, en promedio.

En consecuencia, continuando un poco más profundo con el argumento, en la biología, "todos" los seres vivos, tienen unas características genéticas (Un gen es un compuesto de átomos comunes (principalmente oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, carbono y algunos otros, que integrados de una manera muy especial, propias de cada especie que denominamos como los elementos Bióticos, que hasta hoy los dividimos en tres grandes grupos que se subdividen en infinidad de especies.

Un grupo es el primario (bacterias, organismos mono celulares, otros un poco más complejos como los hongos), llamados de microorganismos, todos procesan energía con agua y elementos químicos para producir alimento. Luego tenemos el grupo de los vegetales (seres vivos inmóviles porque tienen raíces, tallos, hojas, flores o frutos que van desde el sencillo plancton hasta los grandes árboles milenarios) que alimentan al tercer grupo que son los seres animados (que se desplazan, que tienen ánima (Alma) comúnmente los llamamos de "Animales", que se reparten entre insectos, bípedos, cuadrúpedos y estos a su vez se subdividen en animales herbívoros (consumen vegetales), que alimentan a otros que son carnívoros e insectívoros quiénes al consumir los anteriores, evitan su proliferación y mantienen todo en equilibrio, pero todos ellos como integrantes del planeta tierra que pertenece a un sistema solar que forma parte de la galaxia denominada por nosotros como la "Vía Láctea" que a su vez puede formar parte de otro desconocido sistema galáctico de mayor tamaño, en un universo con miles de galaxias integradas por millones de estrellas que a su vez mantienen muchos planetas girando a su alrededor.

Todos, absolutamente todos esos seres vivos sobre el planeta tierra, tienen un proceso y un ciclo vital diferentes unos de otros, veamos por ejemplo un árbol, aparentemente es muy difícil que algo modifique su sistema vital que se reproduce en la secuencia de

florecer, pero necesita de un agente polinizador de sus flores para dar frutos y esos frutos tienen las semillas que contienen el ADN con el alimento necesario para que la semilla en un medio adecuado, pueda vivir hasta producir su propio alimento con la fotosíntesis. Esa planta, en un determinado espacio de tiempo, languidece y muere, aunque hay especies capacitadas para vivir miles de años, pero en todos, cada semilla tiene el mensaje genético que prolongará la existencia de la especie. En los animales, sucede lo mismo, desde un organismo bien pequeño, como es un virus, hasta un elefante que pesa varias toneladas.

La pregunta obligada de todos, se refiere al diseño de ese mapa genético que es propio e irrepetible en cada ser vivo, quien diseñó esa perfecta organización de moléculas para asignar todas esas caprichosas variables que tiene la existencia de cada ser (sin ir muy lejos, es solo revisar la transformación de la mariposa monarca, su maravillosa metamorfosis que la hace cambiar totalmente de aspecto y todos esos datos están plasmados en su ADN).

Figura 4.1.1. Metamorfosis de la mariposa monarca.

También se pegunta uno, como se organizó todo de esa forma tan exacta y en lo que se refiere a ese momento inicial, en que comienza una nueva existencia. Que, o en qué forma realiza la activación de esa nueva vida, hecho que desconocemos, solo sabemos que todo se activa en un momento determinado sin que intervenga nada o nadie en eso.

Los avanzados estudios genéticos, que ya hablan de tener interpretado el mapa genético de los seres humanos, inclusive, algunos aseguran de que avanzan estudios con el fin de reproducir la vida humana en laboratorio, lo que equivaldría a crear el ADN en toda su dimensión, pero pensamos que queda faltando ese factor que es definido en el "momento de la anfimixis", donde queda en evidencia que se necesita de algo que desconocemos lo que es o cómo funciona, pero que definitivamente es lo que activa la fusión de esos genes del ADN para darle vida al nuevo ser.

Tenemos que concluir que esa forma de fuerza o energía que activa ese proceso, que comienza con esa primera célula en todos los seres vivos, que se divide sucesivamente, formando primero el cerebro y desde allí comanda la formación de todas las partes del cuerpo hasta completar toda la perfecta organización que representan los organismos de los seres vivos, sigue activando el funcionamiento de ese nuevo ser hasta su muerte, que podemos considerar que, se produce en el momento en que esa fuerza deja de funcionar, agregando que algunas especies, pasan por complicados procesos evolutivos durante su existencia como sucede con casi todos los insectos con su maravillosa metamorfosis, en todos ocurren los mismos efectos y los ciclo de vida varían de acuerdo con las especies y dentro de las mismas especies hay diferencias notables de acuerdo con la época del nacimiento, por ejemplo, la mariposa monarca, la mayoría de esas mariposas nacen en la primavera y en el verano, estas viven tan sólo 2-6 semanas!

Las monarcas que nacen en el verano tardío son diferentes. Éstas son las que migran a México para pasar el invierno. Pueden vivir hasta 8 meses, quedando la incógnita planteada sobre la forma como se define esa característica, si es la influencia de ese ADN, sería para todas, a no ser que exista una vinculación entre la estructura genética con el clima.

Pero hay algo más, la naturaleza, a pesar de mantener una perfección en los procesos que le dan vida a todas las especies, tiene al ser humano diseñado como máximo predador (regulador), no por su capacidad física, que es sobrepasada por muchos animales, pero con un organismo diseñado para poder consumir de todo, vegetales y animales (su estómago produce amoníaco para desdoblar la celulosa y proteínas complejas), condición que lo coloca como

máximo predador y controlador, con un elemento adicional que lo eleva por encima de todas las demás especies. Aunque su cerebro es similar al resto de animales, tiene un "Sistema Límbico" mucho más desarrollado, que maneja información que almacena en el córtex y coordina con el neocórtex (concentrador de señales) ligado al tálamo que organiza, con el hipotálamo cerebral mucho más desarrollado, con un conjunto de trillones de conexiones (neuronas) que llevan y traen impulsos eléctricos (información) que buscan la memoria y esta, responde con neurotransmisores que activan glándulas y músculos.

Ese complicado mecanismo representa una facultad excepcional, la llamaremos de Raciocinio Cognitivo Lógico Voluntario, RCLV, que generalmente se denomina como "Inteligencia" con lo que puede dominar a todas las demás especies. Esto quiere decir que puede evaluar situaciones y tomar determinaciones utilizando aspectos intuitivos (instinto de conservación), recopilación de memoria y deducción por valoración de factores por beneficio. Se atribuyen varias formas para su desarrollo.

Para entender bien esto, evidenciamos que el instinto en el cerebro actúa por una activación (Estímulo) que produce una reacción (Acción), en unos animales ante el peligro, su reacción es la huida, en otros es el ataque y es allí donde está la diferencia, el ser humano, puede "pensar – raciocinar" y escoger su forma de actuar, eso quiere decir que ese RCLV le permite dominar sus instintos, inclusive, es el único ser animado que puede atentar contra su integridad física.

De acuerdo con esto, toda lo existente en los biosistemas, la naturaleza lo puso bajo el control y dominio de los seres humanos y eso es algo evidente, pero por razones injustificadas, obedeciendo un dogma impuesto en el tiempo, abusamos y dejamos que otros abucen de la naturaleza, conociendo que los perjuicios que son consecuencia de esos abusos, nos afectarán a todos, sin excepción ninguna y lo peor, es que nuestros descendientes sufrirán peores consecuencias.

Otro factor a tener en cuenta, es que nuestro organismo está diseñado de una forma casi perfecta, que si atendiéramos como es debido todas sus requerimientos y limitaciones, nuestra calidad de vida y duración en buenas condiciones de nuestro organismo sería

mucho mayor. Pero voluntaria o involuntariamente perjudicamos su funcionamiento correcto previsto por la naturaleza y atentamos contra él, con vicios como el cigarrillo, drogas alucinógenas, barbitúricos, alcohol y otras costumbres que son nocivas y a pesar de saberlo, pensamos que usar eso, no nos afectará

El objetivo que tenemos y que lo hemos venido desarrollando desde diferentes puntos de vista en las partes I, II y III de este trabajo, es el de facilitar los medios para que todos los lectores puedan entender cuál es la razón para que una gran mayoría no pueda disfrutar de todas esas ventajas que tiene el planeta en el que vivimos, sabiendo que no hay una limitante impuesta por la naturaleza para eso, pero lo único cierto es que no vivimos bien y hay algunos cuestionamientos que debemos exponer con el fin de buscar soluciones válidas.

En ese objetivo, en esta parte IV, vamos a hacer una descripción del funcionamiento del organismo de los seres humanos, partiendo del conocimiento que hemos acumulado a través de los siglos y que, si lo analizamos, teniendo en cuenta lo que hemos expuesto sobre el átomo y su funcionamiento, podremos tener la forma para explicar mejor las causas y consecuencias de esa problemática y también plantear las posibles soluciones para obtener un resultado real que beneficie a todo el mundo.

- *Entendemos que la gran mayoría de personas desconocen las verdaderas razones para aceptar que determinadas sustancias que son adicionadas a los productos de consumo masivo tienen efectos nocivos y que muchas veces su consumo es innecesario, entonces para explicar mejor eso, es necesario abordar el tema completo, haciendo una descripción del funcionamiento de nuestro organismo para puntualizar esos efectos y que el tema sea comprensible para todos.*
- *Consideramos que no es correcto quedarnos ofuscados sin hacer nada, intentando frenar nuestro desespero al ver los efectos dañinos de determinados productos, agregando la preocupación por las reacciones que vemos en el planeta que presagian nuestra destrucción, además de no poder vivir en paz amenazados por desconocidos sin poder contar con nuestra familia, ni vecinos, obedeciendo las imposiciones de nuestra injustificada ambición por estar en el lugar de quienes tienen la riqueza. La pregunta seguirá siendo, ¿Por qué nos dejamos*

dominar para vivir mal en medio de discriminación y desigualdades, si el sol sale todos los días y la naturaleza produce para todos, sin distinción de ninguna especie?

Para comenzar, debemos pensar en la naturaleza, que se extiende desde el mundo subatómico al galáctico. La palabra «naturaleza» procede del latín natura que significa "perteneciente o relativo a" o "conforme a la cualidad o propiedad de las cosas", "carácter propio de cada objeto". La naturaleza también se encuentra diferenciada de lo sobrenatural o sea que está por encima de ella". El concepto de naturaleza como un todo —el universo físico— es un concepto más reciente que adquirió un uso cada vez más amplio con el desarrollo del método científico moderno en los últimos siglos.

Allí entran a jugar dos factores necesarios, "la materia" y "la energía" que poseen todos estos entes y que todos creemos conocer, pero en realidad, es muy poco lo que sabemos en ese aspecto.

+ : **La Física, El principio de la energía.**

Recordemos un poco lo que vimos en la parte III de este trabajo (si no lo a leído, lo invitamos a que lo haga, hay algunos aspectos interesantes que explican muchas cosas de lo que vivimos), pero aquí le vamos a hacer una somera descripción de cómo funcionan los átomos con sus electrones como parte fundamental de la materia y la interacción que tienen con todo lo que existe en el universo.

Hablábamos que todo en la naturaleza está cimentado en un principio trinitario que va desde lo sub atómico hasta lo galáctico, mencionábamos que todo se fundamenta en la existencia de una Fuerza magnética que tiene dos polos, uno positivo y otro negativo que se rigen por las leyes del magnetismo universal "iguales se rechazan, diferentes se atraen".

Esa Fuerza siempre acompaña a dos partículas con energía, fotones que son positivos y neutrinos que son negativos. Cada una de esas partículas, individualmente no tienen masa, pero cuando son atraídas por la partícula con Fuerza Magnética, el conjunto adquiere masa y cada polo de la partícula de fuerza, atrae a la energía contraria buscando completar sus tres campos magnéticos para adquirir su estabilidad energética que convierte al conjunto en un "Quark".

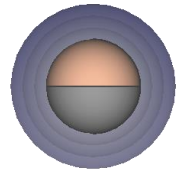


Figura 4.1.2. Fuerza magnética y sus campos de fuerza

Esta sencilla explicación, se puede decir que ha permanecido oculta, porque pensamos que como el conocimiento ha sido utilizado como un instrumento de dominio, no ha habido interés en que eso se conozca, porque su conocimiento desencadena una serie de aclaraciones y se pueden visualizar soluciones que no son de interés de esos grandes monopolios internacionales, ni de quienes son los dueños de los grandes capitales que los manejan con las acciones en las bolsas de valores.

Sigamos con ese Quark, que siempre buscará tener sus dos polos con sus 3 campos ocupados por partículas de energía. En el Sol, con sus explosiones que separan la masa de su núcleo, separa todas esas partículas y las lanza al espacio donde viajan como rayos cósmicos describiendo ondas electromagnéticas.

Cumpliendo con las leyes del magnetismo, siempre buscaran reagruparse, pero acontece que casi nunca coinciden las dos partículas de energía positiva y negativa en ser atraídas en forma simultánea por la partícula de fuerza, casi siempre llega una sola de las energías, lo que hace que varíe la conformación del futuro quark.

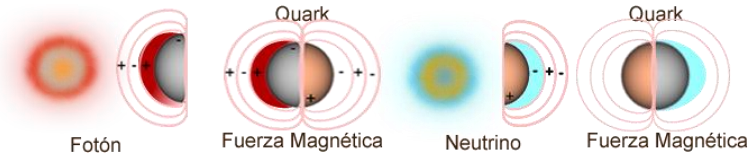


Figura 4.1.3. Partículas solares, Fuerza Magnética, Fotones y Neutrinos

Para explicar eso, vamos a suponer que lleguen primero fotones, entonces la partícula de fuerza magnética con el polo norte negativo ocupado por una partícula con energía positiva, se convierte en un Antiquark Down y queda esperando la llegada de más energías, sigue recibiendo fotones aumentando su carga positiva que se acumulan en el polo negativo de la partícula, quedando toda la partícula con

atracción negativa, por eso cuando llegan los neutrinos con energía negativa, queda toda la partícula de fuerza cubierta con energía negativa, convirtiéndose en un quark Up en formación que espera los fotones para completar su carga o en un electrón si es atraída por el protón de un átomo, quedando sujeto a uno de sus orbitales.

Sigamos con el quark Up en formación, si a esa energía negativa le llega el fotón, que cubre toda la superficie de la partícula de fuerza, completa el 3 orbital o campo de fuerza quedando el polo norte negativo con sus 3 campos magnéticos con 2 energías positivas + 1 negativo), y el polo sur positivo queda con 1 negativo + 1 positivo.

De acuerdo con esto, el quark Up es 2/3 positivo, siempre busca complementar su energía con un Quark Down 1/3 negativo, completando la carga 3/3, que comparte con otro Quark Up para formar un Protón ($2/3^{+}+1/3^{-}+2/3^{+}= 1^{+}$), si en lugar de llegar un Quark Up llega otro quark Down, se convierte en un Neutrón ($2/3^{+}+1/3^{-}+1/3^{-}= 0$), todo el conjunto con una masa de (1.007 28 + 1.008 67) g mol^{-1} = 2.015 95 g mol^{-1} que forman parte de la materia.

Sí la secuencia inicial es al contrario, primero arriba un Neutrino negativo a ocupar el polo Sur positivo, se forma el antiquark Down ($\overline{D}$) o se comienza a formar el Antiquark Up ($\overline{U}$), con la misma masa del quark Up, pero que forman parte de la antimateria.

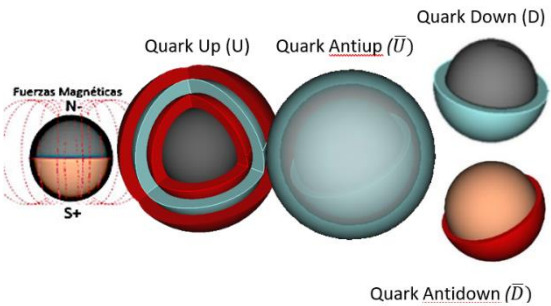


Figura 4.1.4. Quark Up, Antiquark Up, Quark Down y Antiquark Down

Con esto claro, definimos que un electrón es una partícula con fuerza magnética que tiene fotones en el polo negativo ocupando su primer campo de fuerza, estando desocupado el campo del polo positivo. Esa combinación de fuerza negativo con energía positiva adquiere masa y genera un campo magnético adicional con mayor fuerza

positiva, por lo tanto, atrae neutrinos que son negativos que, al llegar, cubren toda la extensión de la partícula de fuerza.

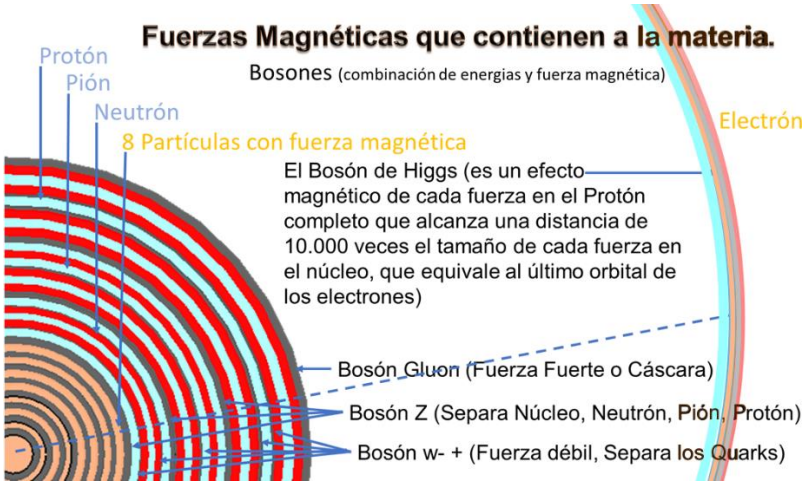


Figura 4.1.5. Electrón atraído por uno de los Protones de un átomo.

Al ser atraído el conjunto que tiene energía negativa por la energía (o fuerza magnética del bosón de Higgs) positiva de un protón de un átomo, el conjunto se convierte en un electrón que queda girando en el orbital del átomo contenedor del protón que atrajo al electrón

Como se puede ver en la imagen 4.1.5. la energía positiva del protón atrae la energía negativa del electrón (recordemos que la posición cuántica de estas energía no las ubica en un lugar específico, se pueden imaginar cubriendo toda el área, algo así como la capa de oxígeno y nitrógeno que conforman la atmósfera terrestre), pero en el caso, al estar la fuente de atracción en un lado, toda la energía es atraída hacia ese sitio, quedando la energía positiva del primer orbital en condiciones de seguir recibiendo fotones que aumentan su carga positiva.

Esta es la razón por la que la naturaleza en su perfección, permite el intercambio de energías y es lo que permite que se formen la gran variedad de elementos químicos y estados que tiene la materia en el universo. Cuando el polo negativo de la partícula de fuerza magnética que forma el electrón recibe más fotones, trata de mantener su posición en el orbital y para conseguirlo, emite parte de sus fotones, lo que equivale a la reflexión y refracción (los colores y formas que vemos).

Pero cuando la intensidad de los fotones que llegan, supera la capacidad del electrón para mantener su posición, la carga positiva adquirida lo obliga a pasar al orbital superior o a liberarse de la atracción del protón, entonces el átomo emisor se convierte en un ion positivo porque le falta un electrón, decimos que se oxida y se representa por el símbolo químico seguido por el signo + (Na^+). Al quedar libre, el electrón puede ser atraído por otro átomo, que se convierte en un Ion negativo (o sea que tiene un electrón de más, decimos que se Reduce) y se representa con el nombre del elemento seguido del símbolo - (Cl^-).

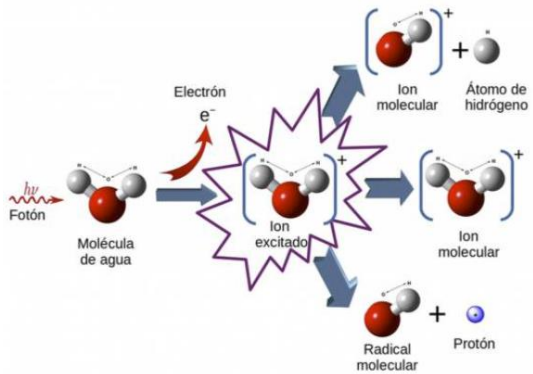


Figura 4.1.6. Agua ionizada.

Ese juego de dar y recibir fotones o neutrinos para desplazar electrones, es utilizado por la naturaleza para generar cambios y muy especialmente funciona en la biología en su aspecto bioquímico, como parte fundamental para su funcionamiento.

Cabe resaltar que cuando hablamos de antimateria, equivale de realizar el mismo proceso, pero con la energía negativa de los neutrinos llegando a ocupar el polo sur positivo de la partícula con fuerza magnética, quedando convertido en el antiquark Down, luego con la llegada de los fotones puede recibir más fotones y si recibe la otra energía negativa se convierte en un Antiquark Up ($\overline{U}$), pero si es atraído por el antiprotón de un átomo de antimateria, se convierte en un antielectrón, comúnmente denominado como "Positrón", que intercambia neutrinos al tener la fuerza positiva atraída por el Antiprotón, por esta razón es que se dice que los neutrinos no afectan

a los electrones y pasan derecho atravesando todo y solo son detectados a varios kilómetros bajo tierra en agua pesada (DO^2).

Pero para la existencia de los ciclos vitales es incuestionable, la existencia de una energía activadora, que normalmente está situada en el cerebro de los seres vivos, aunque también es necesaria la producción previa de las macromoléculas como el ADN que lleva la memoria genética del nuevo ser y de un tipo de energía biosintética causante del movimiento en los seres animados (animales) y la coordinación del proceso de la fotosíntesis en los vegetales, hechos que no son dogmáticos, son demostrables fácilmente con el ATP (Adenosin Trifosfáto) y la perfección de su proceso es una de las maravillas de la naturaleza, volviendo a resaltar de que es demasiado complejo para realizarse al azar.

Para entender todo este cuento, hay que conocer todo el proceso de uso de esa energía desde el comienzo de la vida que es la base para que exista el ADN y este ADN es el que marca las diferencias y de la forma cómo funciona, sale la explicación real sobre la vida y todos sus detalles que trataremos de explicar de una manera fácil para que no se quede en la teoría o que ese conocimiento esté sólo al alcance de los científicos y sus laboratorios que le atribuyen a esos procesos complicados nombres para espantar curiosos.

+ : La Bioquímica, Recreando la tierra primordial.

Muchas personas se han preguntado cómo se formó la vida en la Tierra. En 1953, Stanley Miller y Harold Urey desarrollaron un aparato como el que se muestra en la Figura 4.1.6. para modelar las primeras condiciones de la Tierra. Querían probar si las moléculas orgánicas podrían formarse a partir de precursores moleculares más simples que se creía que existían muy temprano en la historia de la Tierra.

Usaron agua hirviendo para imitar los océanos de la Tierra primitiva. El vapor del "océano" se combinó con gases de metano, amoníaco e hidrógeno de la atmósfera de la Tierra primitiva y se expuso a chispas eléctricas para que actuaran como relámpagos.

A medida que la mezcla de gases se enfriaba y condensaba, se descubrió que contenía compuestos orgánicos, como aminoácidos y nucleótidos. Según la teoría de la abiogénesis, estas moléculas

orgánicas se unieron para formar la forma de vida más antigua hace unos 3.500 millones de años. (crédito: Yassine Mrabet).

Pero lo inquietante es que desconocemos como se activa ese proce4so, es cierto que los elementos se pueden conseguir por efectos fisicoquímicos, pero eso no quiere decir que con ese solo hecho adquieran vida y eso no ha sido posible demostrarlo.

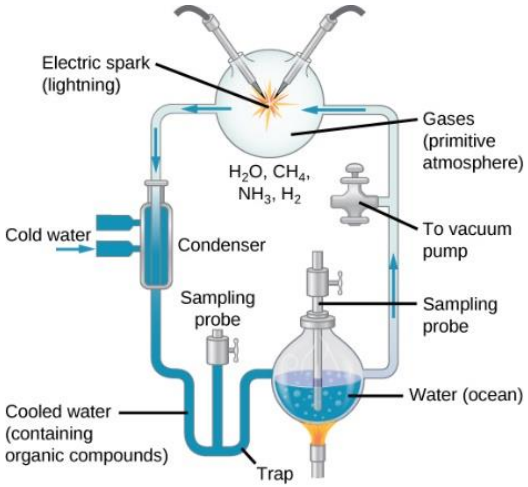


Figura 4.1.6. La tierra primordial

El experimento de la tierra primordial es una suposición que logró que aparecieran algunas macromoléculas de las que forman parte de los seres vivos, pero, a pesar de esos adelantos científicos, se comprobó que a pesar de tener las moléformadas, no se consigue que se dupliquen, o sea, que aún no se consiguió hacer que adquiriesen vida.

Eso se debe a que para eso, necesitan el ADN y eso, aún se encuentra en las tinieblas y consideramos que siempre mantendrá esa incógnita vigente, nada se sabe sobre la formación del primer ADN y que es lo que determina sus múltiples variaciones, en su sencilles, es demasiado compleja para darse de manera fortuita, además, es una pregunta que queda en el aire, como se formaron los millones de diferentes formas de ADN que conforman los millones de formas de vida que existen sobre el planeta, igual que la definición de esa fuerza vital, la fuerza magnética representa casi las mismas incógnitas que acompaña todos esos procesos y de la que hemos venido hablando.

* Imaginando la existencia de una Fuerza Vital

Como con los átomos, ante la imposibilidad de tener certezas absolutas y ante la magnitud del tema, solo queda imaginar de una forma comprensible todo lo que rodea ese misterio que representa el ADN que es como la etiqueta que tiene cada ser vivo para funcionar y reproducirse,

+ Que es el ADN

- Todos sabemos que los elefantes solamente pueden engendrar crías de elefante y las jirafas crías de jirafa, los perros cachorros de perro y así sucesivamente en todos los seres vivos. Pero ¿por qué es esto así?

- La respuesta yace en una molécula llamada ácido desoxirribonucleico (ADN), la cual contiene las instrucciones biológicas que hacen de cada especie algo único. El ADN, son las instrucciones que se pasan de los organismos adultos a sus descendientes durante la reproducción.

+ ¿Dónde se encuentra el ADN?

En los organismos llamados eucariotas, el ADN se encuentra dentro de un área compartimentalizada dentro de la célula llamada núcleo. Debido a que la célula es muy pequeña, y porque los organismos tienen muchas moléculas de ADN por célula, cada molécula de ADN debe estar empaquetada de forma muy compacta y precisa. Esta forma superempaquetada del ADN se denomina cromosoma.

- Durante la replicación del ADN, el ADN se desenrolla para que pueda ser copiado. En otros puntos del ciclo celular, secciones puntuales del ADN también se desenrollan cuando es necesario para que distintos juegos de instrucciones se usen en la fabricación de proteínas y para otros procesos biológicos. Pero, durante la división celular, el ADN se encuentra en su forma compacta de cromosoma para hacer posible la transferencia a nuevas células.

- Los investigadores llaman ADN nuclear al ADN encontrado en el núcleo de la célula. El conjunto completo de ADN nuclear de un organismo se conoce como su genoma.

- Además del ADN ubicado en el núcleo, los seres humanos y otros organismos complejos también tienen una pequeña cantidad de

ADN en otras estructuras celulares adicionales conocidas como mitocondria. Las mitocondrias son las factorías de las células, generando la energía que la célula necesita para funcionar correctamente.

- En la reproducción sexual, los organismos heredan la mitad de su ADN nuclear del padre y la mitad de la madre. No obstante, los organismos heredan todo su ADN mitocondrial de la madre. Esto ocurre porque sólo los óvulos, y no los espermatozoides, conservan su mitocondria durante la fecundación.

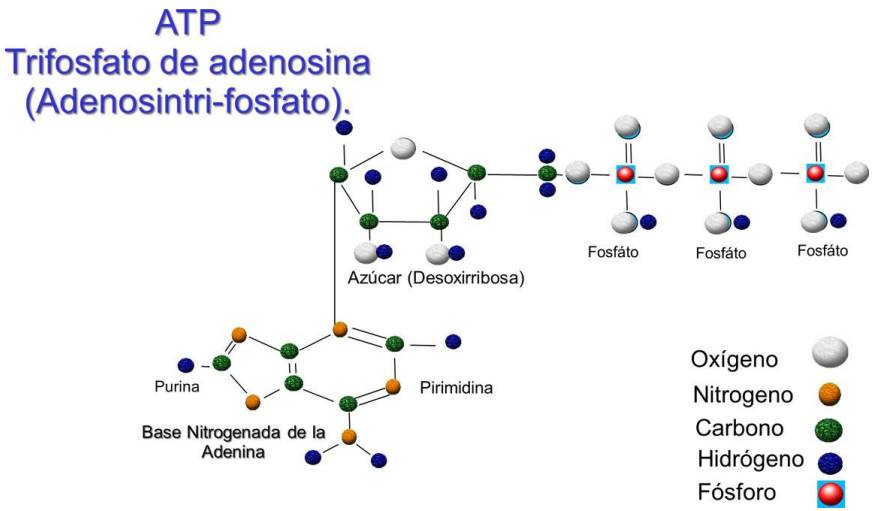


Figura 4.1.7. Ácido desoxirribonucleico (ADN)

+ ¿De qué está compuesto el ADN?

- El ADN está formado por unos componentes químicos básicos denominados nucleótidos. Estos componentes básicos incluyen un grupo fosfato, un grupo de azúcar y una de cuatro tipos de bases nitrogenadas alternativas. Para formar una hebra de ADN, los nucleótidos se unen formando cadenas, alternando con los grupos de fosfato y azúcar.

- Los cuatro tipos de bases nitrogenadas encontradas en los nucleótidos son: adenina (A), timina (T), guanina (G) y citosina (C). El orden, o secuencia, de estas bases determina qué instrucciones biológicas están contenidas en una hebra de ADN.

- Por ejemplo, la secuencia ATCGTT pudiera dar instrucciones para ojos azules, mientras que ATCGCT pudiera indicar ojos de color café.

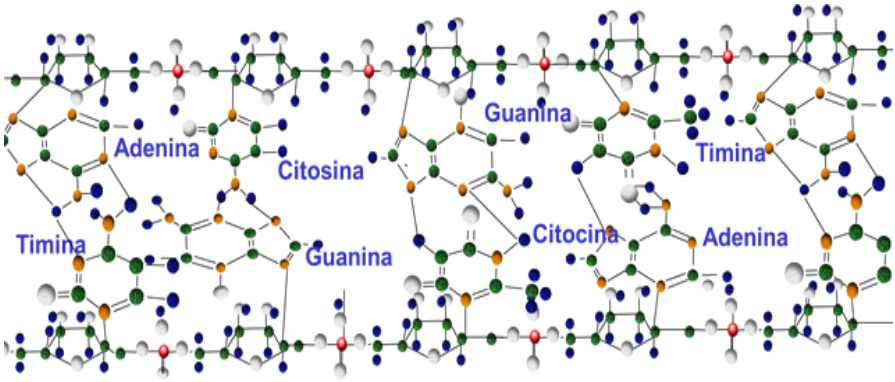


Figura 4.1.8. Secuencias de Ácido desoxirribonucleico (ADN)

- En el caso de los seres humanos, la colección completa de ADN, o el genoma humano, consta de 3 mil millones de bases organizados en 23 pares de cromosomas, y conteniendo alrededor de 20,000 genes.

+ ¿Qué hace el ADN?

- El ADN contiene las instrucciones que un organismo necesita para desarrollarse, sobrevivir y reproducirse. Para realizar estas funciones, las secuencias de ADN deben ser transcritas a mensajes que puedan traducirse para la fabricación proteínas, que son las moléculas complejas que hacen la mayor parte del trabajo en nuestro cuerpo.

- Una secuencia discreta de ADN que contiene las instrucciones para elaborar una proteína se conoce como gen. El tamaño de un gen puede variar enormemente, desde aproximadamente 1,000 bases hasta 1 millón de bases en los seres humanos. Los genes sólo forman aproximadamente el 1 por ciento de la secuencia de ADN. Otras secuencias reguladoras de ADN dictan cuándo, cómo y en qué cantidad se elabora cada proteína. La mayoría de las secuencias del genoma humano no tienen una función conocida.

+ ¿Cómo se usan las secuencias de ADN para elaborar proteínas?

- Las instrucciones del ADN se usan para elaborar proteínas en un proceso de dos pasos. Primero, unas proteínas especializadas denominadas enzimas leen la información en una molécula de ADN

y la transcriben a una molécula intermediaria llamada ácido ribonucleico mensajero, o ARNm.

- A continuación, la información contenida en la molécula de ARNm se traduce en una secuencia específica de aminoácidos, o los componentes básicos de las proteínas. En conjunto, existen 20 tipos de aminoácidos, que pueden ser colocados en muchos órdenes distintos para formar una gran variedad de proteínas diferentes.

+ ¿Quién descubrió el ADN?

- El primero en observar el ADN fué el bioquímico suizo Frederich Miescher, a finales del siglo XIX. Sin embargo, pasó casi un siglo desde ese descubrimiento hasta que los investigadores entendieron la estructura de la molécula de ADN y se dieron cuenta de su importancia fundamental para la biología.

- Por muchos años, los científicos debatieron qué molécula portaba las instrucciones biológicas de la vida. La mayoría pensaba que el ADN era una molécula demasiado sencilla para desempeñar un papel tan importante. En vez de ello, argumentaban que era más probable que las proteínas desempeñaran esta función vital debido a su mayor complejidad y más amplia variedad de formas.

- La importancia del ADN se aclaró en 1953 gracias a la labor de James Watson*, Francis Crick, Maurice Wilkins y Rosalind Franklin. Al estudiar patrones de difracción de rayos X y construir modelos, los científicos descifraron la estructura de doble hélice del ADN, una estructura que le permite pasar información biológica de una generación a otra.

- James Watson fue el primer director del NHGRI y aparece aquí como parte de nuestra colección de historia. A pesar de sus logros científicos, la carrera del Dr. Watson también estuvo marcada por una serie de comentarios ofensivos y científicamente erróneos con respecto a sus creencias sobre raza, origen, homosexualidad, género y otros temas sociales. Las opiniones del Dr. Watson sobre estos temas no están respaldadas por la ciencia y son contrarias a la misión y los valores del NHGRI.

+ ¿Qué es la doble hélice del ADN?

- Los científicos usan el término "doble hélice" para describir la estructura química de doble hebra (bicatenaria) enrollada del ADN.

Esta forma, efectivamente tiene una apariencia muy parecida a una escalera retorcida en forma de hélice.

- Para entender la doble hélice del ADN desde un punto de vista químico, hay que imaginar los lados de la escalera como hebras formadas por grupos alternantes de fosfato y azúcar. Cada "peldaño" de la escalera está formado por dos bases nitrogenadas, las cuales forman una pareja unida por enlaces (puentes) de hidrógeno. Debido a la naturaleza altamente específica de este tipo de emparejamiento químico, la base A siempre forma pareja con la base T y, asimismo, la C con la G. Además, de ser complementarias, las dos hebras están orientadas en direcciones opuestas. Así pues, si la secuencia de las bases en una de las hebras de una doble hélice es conocida, descifrar la secuencia de las bases en la otra hebra es algo muy sencillo basado en el principio de complementariedad.

- La estructura única de ADN hace posible que la molécula se copie a sí misma durante la división celular. Cuando una célula se prepara para dividirse, la hélice de ADN se separa temporalmente en dos hebras individuales. Estas hebras individuales sirven como plantillas para construir dos nuevas moléculas de ADN de doble hebra, siendo cada una, una copia exacta de la molécula original de ADN. En este proceso, se agrega una base A dondequiera que haya una T, una C dondequiera que haya una G, y así sucesivamente hasta que todas las bases tengan nuevamente una pareja complementaria.

- Del mismo modo, cuando se necesita fabricar una proteína concreta, la doble hélice se desenrolla parcialmente al nivel de las instrucciones de dicha proteína para hacer posible que un fragmento específico del ADN sirva como plantilla. Luego, esta hebra plantilla se transcribe a ARNm, que es una molécula que comunica instrucciones vitales a la máquina productora de proteínas de la célula.

+ Reflexiones sobre el ADN y la Fuerza vital.

- Entonces tenemos que para que existan los seres vivos, esas cadenas de ADN se tienen que duplicar de tal forma que completen la estructura que determina el tipo y la forma del ser vivo que tiene en esa memoria genética, entonces debe de existir algo, que de alguna manera influye para que eso ocurra, agregando que eso, está por encima de la fuerza magnética que compone los elementos

básicos de las moléculas que conforman las hélices del ADN, por lo tanto, funciona y es completamente diferente al concepto de Fuerza magnética, aunque utiliza sus cualidades para realizar completar su estructura de funcionamiento.

- De acuerdo con esto, tal vez podemos realizar la misma reflexión sobre la relatividad de los momentos específicos para el surgimiento de cada nueva especie y sus formas determinadas por el ADN. Partiendo de esta premisa, tendremos definido que la "Fuerza Vital" que mencionamos, en ese momento "Relativo", recibe o busca de alguna forma los elementos químicos necesarios para completar esas cadenas de ADN que pueden ir evolucionando con el trancurso del tiempo, acogiendo tal vez, la tésis de Charles Darwin sobre la evolución de las especies.

- Pero para que eso sea posible, es necesaria la existencia de esa "Fuerza Vital" que funciona de una manera muy similar a como funciona la "Fuerza magnética" en el momento de atraer las energías que completaran su forma como Quark, todo depende de ese primer momento que es "Relativo" a las circunstancias y esa Fuerza vital, permanece pegada a ese ADN que se duplica constantemente hasta que en algún momento cese de funcionar por razones externas o determinadas por su misma conformación de memoria como ADN, lo que representa la muerte para el ser vivo que portaba esa fuerza vital que retorna a su estado básico a la espera de conformar otro ADN en esa constante natural, de renovación eterna (esto hasta ahora es imaginario, ya que no hay forma para determinar una certeza absoluta).

Capítulo II : Integración de elementos

*** : Seres con vida y Elementos Inertes**

De acuerdo con lo que vemos a nuestro alrededor, podemos considerar que el universo está compuesto por dos integrantes perfectamente definidos, los que tienen vida y los inertes, técnicamente definidos como Bióticos y Abióticos (del griego Bios que quiere decir "vida", recordando que en ese idioma anteponiendo la "A" a un sustantivo, quiere decir "ausencia de").

Los factores bióticos son todos las plantas, animales, hongos, protozoarios y bacterias que de una forma u otra interactúan en un espacio físico determinado que es llamado de ecosistema. Los factores inertes o abióticos son las condiciones físico-químicas de los átomos que determinan las condiciones de luz, temperatura, minerales, suelo y agua (como vimos en la parte III de este trabajo), entre otros, que se encuentran en ese espacio físico que llamamos de ecosistema y que determinan la existencia de seres vivos.

Ambos factores bióticos y abióticos componen el llamado "bioma" y se integran para formar los biosistemas que son estudiados y determinados por la ecología, que denomina como el ecosistema al conjunto de comunidades de seres vivos que interactúan entre sí y los elementos químicos como minerales que integran el medio ambiente que los rodea. Imaginemos por un momento que un ecosistema es una obra de teatro. Los factores bióticos son los participantes: actores, directores, público asistente y técnicos. Por otro lado, los factores abióticos será el ambiente del teatro, el escenario, las butacas y la iluminación.

	Factores bióticos	*Factores abióticos*
Definición	*Componente biológico del ecosistema*	*Componente físico y químico del ecosistema*
Cuáles son	*Plantas* *Animales* *Hongos* *Protozoarios* *Bacterias*	*Luz* *Temperatura* *Aire* *pH* *Minerales*
Clasificación	Productores, Consumidores Descomponedores	Químicos Físicos
Ejemplos	Animales como roedores y reptiles, plantas xerófitas como cactus y arbustos en el desierto. Líquenes, musgos, bacterias, arqueas, protozoarios y animales como la liebre ártica y el zorro en la tundra. Palmeras, árboles, orquídeas, hongos, tucanes, guacamayas, monos, serpientes y una gran diversidad de insectos en la selva tropical.	Temperaturas elevadas durante el día, escasa precipitación anual, suelos arenosos y pobres en el desierto. Temperatura por debajo de 0 ºC la mayor parte del año, suelos congelados y vientos fuertes en la tundra. Temperaturas medias y estables, precipitaciones abundantes, suelos orgánicos fértiles en la selva tropical.

*** : Tipos de relaciones entre factores bióticos**

Los factores bióticos interactúan entre sí de forma positiva, negativa o neutra. Estas interacciones pueden ser entre los individuos de la misma especie o intraespecífica y entre especies diferentes o interespecífica. Entre las relaciones interespecíficas se presentan:

***El mutualismo:** es la interacción entre especies donde ambas salen ganando. Por ejemplo, las mariposas se alimentan del néctar de las flores y al mismo tiempo transportan polen a otras flores, promoviendo la fecundación entre plantas.*

***La competencia:** es la relación que se establece entre seres cuando se alimentan de la misma planta o animal en una región. Por ejemplo, los jaguares y pumas son felinos carnívoros que compiten por las mismas presas.*

La depredación: *ocurre cuando una especie se alimenta de otra. Por ejemplo, los lobos se alimentan de otros animales, como las vacas. Uno de los grandes problemas de la ganadería en zonas montañosas es el ataque del ganado vacuno por los lobos.*

El parasitismo: *es la relación que se produce cuando uno de los organismos se aprovecha de otro dañándolo. Lo encontramos en los insectos que chupan sangre de los mamíferos.*

El comensalismo: *se establece si una especie se aprovecha de otra sin causar daño. Por ejemplo, las rémoras se aprovechan de los desechos dejados por los tiburones.*

+ : **Factores abióticos**

Los factores abióticos de un ecosistema influyen en su conformación e integrantes, por ejemplo, en un ecosistema de tundra influyen las bajas temperaturas, los fuertes vientos y la poca disponibilidad de agua, sin embargo, existen especies animales que se adaptan a ese medio y sobreviven de acuerdo con esas limitantes.

Figura 4.2.1. Ecosistema de Tundra.

En otros ecosistemas pueden influir factores diferentes, como el exceso de temperatura, mucha lluvia con inundaciones frecuentes, estos ecosistemas también tienen sus especies animales adaptadas a sus condiciones.

Los factores abióticos son aquellos elementos del ecosistema que sostienen y determinan las funciones de los seres vivos. Se llaman "abióticos" (a=sin y bios=vida) porque corresponde al elemento no

vivo del ecosistema. Podemos distinguir dos clases de factores abióticos:

Físicos: *incluye todos aquellos elementos que forman parte del ambiente y que no se consumen, como luz y su intensidad, la cantidad de lluvia o nieve que cae en un determinado lugar y tiempo, el viento, el tipo de suelo.*

Químicos: *incluyen los principales nutrientes que se pueden encontrar en el aire, el agua o el suelo, como el carbono, el nitrógeno, el fósforo, el hidrógeno, el oxígeno, el azufre, el hierro, el cobre, el calcio y las sales.*

Los factores abióticos determinan la sobrevivencia de las especies. Por ejemplo, la germinación de las semillas se favorece entre 20 ºC y 30 ºC. En estas temperaturas, las plantas también crecen a mayor velocidad.

+ : ***Ejemplos de factores abióticos***

Las altas temperaturas, los suelos pobres y secos y los bajos niveles de humedad que solo permiten la vida a unos pocos organismos caracterizan el componente abiótico del desierto.

Las bajas temperaturas la mayor parte el año, con vientos fuertes, suelos congelados y radiación solar reducida predominan en el ecosistema de la tundra.

Las temperaturas medias estables y luz solar durante todo el año, con precipitaciones abundantes y suelos fértiles favorecen la gran biodiversidad de la selva tropical.

*** : Los seres vivos.**

*Todo lo que hemos visto hasta ahora con los elementos químicos (**abióticos** o inertes, que por sí solos, no producen energía, pero combinados ayudan a producir energía), se relacionan entre sí en el medio donde están y por medio de fenómenos físicos y químicos. Existen otros elementos diferentes y más complejos llamados **Bióticos** (Consumidores de energía), o sea que cuentan con una especie de fuerza vital que comanda la producción de esta energía que está representada en moléculas de carbono que combustionan con el oxígeno para producir energía calórica, que transforma los*

demás minerales, proporcionando los elementos necesarios a las llamadas células que conforman todos los organismos vivos, cuando esa fuerza vital cesa sus actividades, sobreviene lo que llamamos "muerte", que desencadena procesos de descomposición que retorna todos los elementos a su estado inicial como materia inerte.

La distancia entre el uso de esa energía y la materia inerte, es la incógnita que mueve al mundo (entendemos eso como la vida y la muerte), pero para nosotros, la célula, es la unidad fundamental de la vida y para que funcione, necesita de esa fuerza vital que impulsa los procesos de asimilación de iones que ponen a funcionar todos los procesos, definiendo su espacio vital que se inicia con la procreación a partir de un momento X (Anfimixis) que lo activa y termina cuando cesa esa acción vital y sobreviene la muerte.

Entonces podemos definir que para que comience ese proceso vital, debe de existir esa memoria genética en los dos ADN que son los que imprimen el ADN del nuevo ser, diferente a todo lo existente, dividiéndose siguiendo dos patrones, uno que es la existencia misma (un ADN que constituye el nuevo ser) y otro que se encarga de replicar ese ADN indefinidamente (ARN transmisor), que llevan la memoria para producir más ADN que es el creador de las etapas posteriores de su evolución hasta completar la formación del organismo del que hace parte, de acuerdo a las características genéticas establecidas en ese ADN inicial.

Ese proceso se repite en las múltiples formas de vida que conforman nuestro universo conocido, comenzando por elementos vivos unicelulares como el plancton, microbios, bacterias, bacilos (forma alargada), cocos (redondos o esféricos). o poli-celulares que pueden ser vegetales (estáticos) con gran variedad de especies o animales (con movimiento), igual con muchas especies diferentes como cuadrúpedos, aves, peces e insectos.

+ : ¿Qué es la vida?

La base de todos los seres vivos es la Célula que está compuesta por elementos químicos organizados de tal forma que para vivir usa procesos químicos que son activados por una fuerza desconocida, por eso lo llamamos de bioquímica. Pero para que exista una célula, primero debe de existir en un proceso previo que requiere la perfecta organización de algunos elementos químicos primarios (Carbono,

Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno) C, H, O, N, junto con otros elementos que son considerados secundarios (Azufre, Fósforo, Calcio, Sodio, Cloro), S, P, Ca, Na, K, Cl, más hay que incluir el hierro y Magnesio, Fe y Mg, que son indispensable para la hemoglobina y la formación de la clorofila. Con estos elementos, perfectamente estructurados, se construye un ADN que es como una especie de memoria genética que define las especies determinando que y como va a funcionar esa célula.

Todas las formas de vida también dependen de la generación de energía, que es extraída de una molécula que se denomina como ATP (Adenosin Trifosfáto) que se activa en los vegetales con la energía lumínica del sol para producir carbohidratos con la fotosíntesis ayudados por la clorofila en los vegetales. En el metabolismo de los animales, la asimilación de esa energía se realiza con el mismo ATP por medio de procesos químicos como ionización de calorías que son suministradas por carbohidratos o grasas, para producir la energía necesaria para desplazar fotones que saturan los electrones receptores ionizando unos elementos básicos para procesar los minerales simples o compuestos de acuerdo con la función o el alimento necesitado.

La vida está conformada por Organismos unicelulares que procesan minerales que alimentan a los vegetales que alimentan a los animales herbívoros, estos son el alimento de los carnívoros y existen además millones de seres unicelulares que revierten el proceso de asimilación de los minerales para que la naturaleza pueda realizar su proceso de renovación eterno.

Obedeciendo a esa constante de la naturaleza, dónde todo está integrado en Unidades Múltiples, tenemos que esos elementos químicos básicos, siempre se integran para formar "Moléculas" que tienen características especiales, siempre organizadas por energías positivas y negativas, obedeciendo la ley del magnetismo universal (similares se rechazan y contrarias se atraen), de acuerdo con eso, esos elementos químicos que conforman la vida (C, H, O, N) se unen con los otros elementos complementarios (S, P, Ca, Na, K, Cl) para conformar "macromoléculas" que desempeñan funciones específicas en los organismos vivos y que son indispensables para su funcionamiento de toda la estructura biótica en el universo, curiosamente esas unidades organizadas en forma trinitaria como es

el designio de la naturaleza (elementos químicos, moléculas y macromoléculas), que funcionan y reaccionan obedeciendo a sus tres estados (positivo, negativo y neutro o estable).

*** : Macromoléculas**

Figura 4.2.2. Macromoléculas

Las macromoléculas biológicas son varias moléculas abióticas que se unen por una activación energética para realizar procesos necesarios para la vida. Hay cuatro clases principales de macromoléculas biológicas (carbohidratos, lípidos y proteínas) que a su vez conforman otras cadenas (ácidos nucleicos, membrana citoplasmática y citoplasma); cada uno es un componente celular importante y realiza una amplia gama de funciones. Combinadas, estas moléculas constituyen la mayor parte de la masa seca de una célula (recuerde que el agua constituye la mayor parte de su masa completa). Las macromoléculas biológicas son orgánicas, lo que significa que contienen carbono, además, pueden contener hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y elementos menores adicionales.

La mayoría de las macromoléculas están hechas de subunidades individuales, o bloques de construcción, llamados monómeros, que son moléculas pequeñas, mayoritariamente orgánicas, que cuentan con la capacidad de unirse a otras similares, resultando en la formación de polímeros o moléculas muy grandes, que son la unidad principal de materiales naturales o sintéticos. Estas pequeñas moléculas cuentan con la habilidad de formar enlaces químicos al menos otras dos moléculas, formando así bloques de construcción de polímeros. Las moléculas que cuentan con dobles enlaces o más, son las que se comportan como monómeros.

Estas moléculas, al contribuir a la formación de materiales naturales y sintéticos, tienen la peculiaridad de resultar irritativos en algunos casos, desencadenando una alergia al monómero, al entrar en contacto con materiales como el almidón o celulosa. El término viene de combinar el prefijo mono, que significa "uno", y el sufijo mer, que significa "parte".

*** : Moléculas orgánicas**

A -Grupos funcionales

Los diversos grupos funcionales incluyen:

- grupo hidroxilo (-OH)
- grupo carboxilo [-COOH]
- grupo carbonilo (-C=O)
- grupo amino -NH_2

B -Moléculas orgánicas

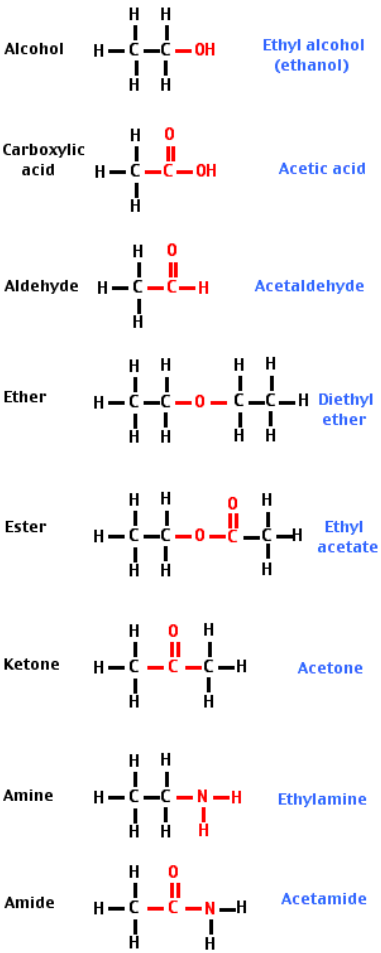
Diversas moléculas orgánicas formadas por estos grupos son las siguientes:

- : Alcoholes

Moléculas orgánicas con un **grupo hidroxilo** (-OH).

El metanol [CH_3OH] y el etanol (alcohol de bebida) [CH_3CH_2OH] son ejemplos comunes.

Los azúcares también son alcoholes.



- : Ácidos Carboxílicos

Contienen uno o más **grupos carboxilo** [-COOH].

Muchos de los intermedios en la descomposición de los alimentos por respiración celular son los ácidos carboxílicos.

- : **Aldehídos**

Contienen un átomo de carbono al que está unido un átomo de hidrógeno y —por un doble enlace— un átomo de oxígeno.

Formaldehído [HCHO] es un poderoso desinfectante y conservante (desnaturaliza las proteínas).

El acetaldehído se produce durante la conversión del ácido pirúvico en etanol cuando la levadura fermenta azúcares. Lo contrario también es cierto: el acetaldehído se produce en el hígado ya que metaboliza el etanol ingerido (y puede ser el principal culpable de una "resaca").

El fosfogliceraldehído es un intermedio en la glucólisis y la "reacción oscura" de la fotosíntesis

- : **Éteres**

Se forma cuando dos átomos de carbono están unidos por un átomo de oxígeno. El éter dietílico es un anestésico de uso común.

- : **Ésteres**

La eliminación de una molécula de agua entre el grupo -OH de un alcohol y el grupo -OH de un ácido carboxílico (-COOH) [mostrado en el diagrama] o ácido fosfórico produce un éster. Las grasas son triésteres de tres ácidos grasos y glicerol (el alcohol). Los fosfolípidos también son ésteres.

Los nucleótidos son ésteres de nucleósidos y ácido fosfórico.

Los nucleótidos de ADN y ARN están unidos por un enlace éster doble llamado enlace **fosfodiéster**.

- : **Cetonas**

Moléculas orgánicas con un **grupo carbonilo** (-C=O) entre dos porciones hidrocarbonadas.

Las cetonas se sintetizan en el hígado, generalmente a partir de ácidos grasos.

Cuando se suprime el metabolismo de la glucosa, durante la inanición o en los diabéticos, los ácidos grasos se utilizan como fuente de energía. Pero en lugar de entrar en el ciclo del ácido cítrico, el **acetil-CoA** producido a partir de ellos se convierte en el acetoacetato de cetona. Algo de esto se convierte luego en **acetona** (que se puede oler en el aliento de pacientes cuya diabetes está fuera de control).

- : Aminas

Moléculas orgánicas con un **grupo amino**, -NH_2. Algunos ejemplos:

- Todos los aminoácidos (la lisina tiene dos de ellos).
- Las hormonas tiroideas tiroxina (T_4) y triyodotironina (T_3)
- Muchos neurotransmisores:
- Adrenalina y noradrenalina
- Dopamina
- Serotonina (5-hidroxitriptamina)
- Histamina

- : Amidas

Las amidas son moléculas orgánicas que contienen un grupo carbonilo (-C=O) unido a un átomo de nitrógeno. El **enlace peptídico** entre los aminoácidos unidos en un polipéptido también se denomina **enlace amida**.

*** : Monómeros**

Los monómeros se combinan entre sí mediante enlaces covalentes para formar moléculas más grandes conocidas como polímeros. Al hacerlo, los monómeros liberan moléculas de agua como subproductos. Este tipo de reacción se conoce como síntesis por deshidratación, que significa “juntar perdiendo agua”.

En una reacción de síntesis de deshidratación (Figura 4.2.3.), el hidrógeno de un monómero se combina con el grupo hidroxilo de otro monómero, liberando una molécula de agua. Al mismo tiempo, los monómeros comparten electrones y forman enlaces covalentes.

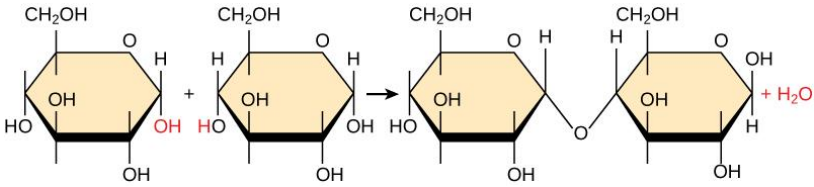


Figura 4.2.3. En la reacción de síntesis de deshidratación representada anteriormente, dos moléculas de glucosa se unen entre sí para formar el disacárido maltosa. En el proceso, se forma una molécula de agua.

A medida que se unen monómeros adicionales, esta cadena de monómeros repetitivos forma un polímero. Diferentes tipos de monómeros pueden combinarse en muchas configuraciones, dando lugar a un grupo diverso de macromoléculas. Incluso un tipo de monómero puede combinarse en una variedad de formas para formar varios polímeros diferentes: por ejemplo, los monómeros de glucosa son los constituyentes del almidón, el glucógeno y la celulosa.

*** : Isómeros**

Propiedad de ciertos compuestos químicos con igual fórmula química, es decir, iguales proporciones relativas de los átomos que conforman su molécula presentan estructuras moleculares distintas y, por ello, diferentes propiedades.

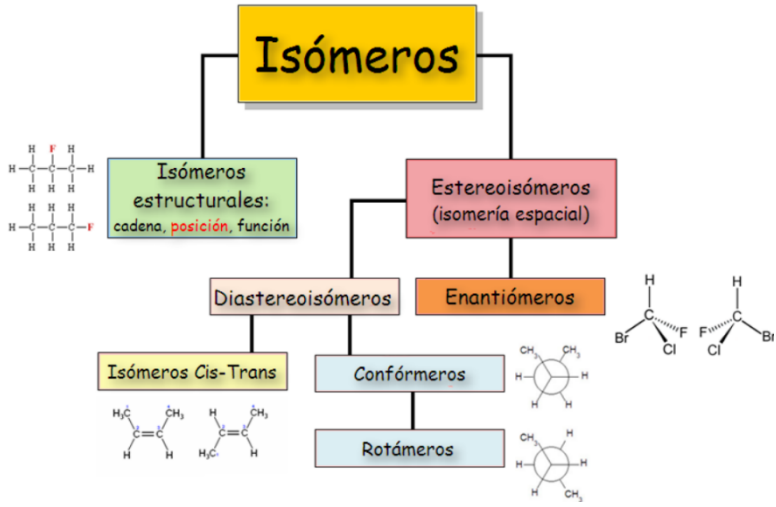


Figura 4.2.3B. Clases de Isómeros

Aunque este fenómeno es muy frecuente en los compuestos del carbono, no es exclusiva de ellos pues también la presentan algunos compuestos inorgánicos, como los compuestos de los metales de transición.

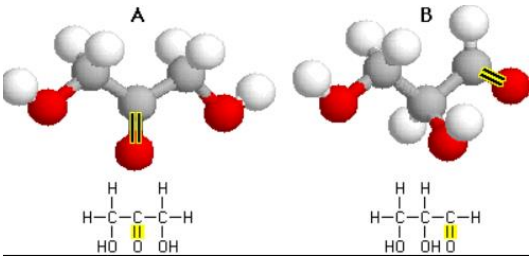


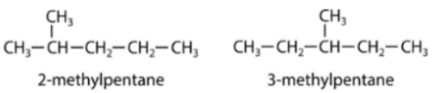
Figura 4.2.3A Isómeros

El fenómeno de la isomería en la Química es semejante al fenómeno de la existencia de palabras diferentes por la permutación de las letras, cómo, por ejemplo: AMOR y ROMA, AVE y EVA, ASÍ e ISA, ZORRA y ARROZ, SABES y SEBAS, ADULA y ALUDA, etc. que son palabras palíndromas que se pueden leer al derecho y al revés tienen significados diferentes, en química tienen en común (mismas letras, "iguales" fórmulas moleculares; diferentes acomodaciones "diferentes" fórmulas estructurales).

Los isómeros son compuestos diferentes que poseen la misma composición química, es decir, el mismo número y tipo de átomos y por consiguiente las mismas formulas moleculares, pero estructuras diferentes, además de presentar propiedades químicas y/o físicas diferentes. Los isómeros están relacionados entre sí de dos maneras ya sea por sus fórmulas estructurales o por sus estructuras tridimensionales. La isomería comprende la estructural y la esteroisomería.

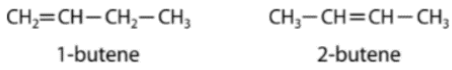
+ : **Isómeros estructurales**

Un isómero estructural es aquel en el que dos o más compuestos orgánicos tienen las mismas fórmulas moleculares, pero diferentes estructuras.



Las dos moléculas de pentano a continuación difieren solo en la ubicación del grupo metilo.

Los alquenos también pueden demostrar isomería estructural. En los alquenos, existen múltiples isómeros estructurales basados en dónde en la cadena se produce el doble enlace. Las fórmulas estructurales condensadas de 1-buteno y 2-buteno lo muestran.



De cadena: Los isómeros tienen cadenas carbónicas diferentes, o sea la disposición de los átomos en la cadena suele ser diferente.

a) Cadena abierta - cadena cerrada.

b) Cadena normal y cadena ramificada.

c) Cadena homogénea vs. Cadena heterogénea, está en dependencia del radical alquílico que está unido a la cadena.

De posición: Los isómeros tienen la misma cadena carbónica, pero difieren por la posición de radicales, o grupos funcionales que los identifican (enlaces dobles o triples).

a) Diferente posición del radical.

b) Diferente posición de un grupo funcional.

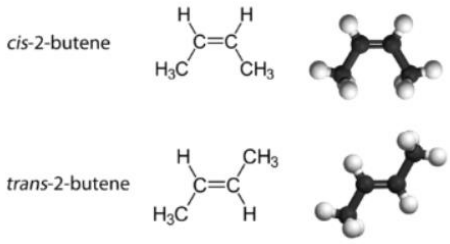
c) Diferente posición de una insaturación.

De función: Los isómeros conservan el esqueleto carbonado, pero varía el grupo funcional. así el C_3H_6O puede corresponder tanto a al Propanal (aldehído) -CH_3-CH_2-CH0- como a la Propanona (cetona) -CH_3-CO-CH_3.

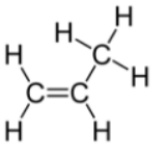
+ : **Isómeros geométricos**

Con una molécula como el 2-buteno, se puede observar un tipo diferente de isomería llamado isomería geométrica. Los isómeros geométricos son isómeros en los que el orden de enlace de los átomos es el mismo, pero la disposición de los átomos en el espacio es diferente. El doble enlace en un alqueno no es libre de rotar debido a la naturaleza del enlace pi. Por lo tanto, existen dos formas diferentes de construir la molécula de 2-buteno. La siguiente imagen

muestra los dos isómeros geométricos, llamados cis -2-buteno y trans- 2-buteno.



El isómero cis tiene los dos átomos de hidrógeno individuales en el mismo lado de la molécula, mientras que el isómero trans los tiene en lados opuestos de la molécula. En ambas moléculas, el orden de unión de los átomos es el mismo. Para que los isómeros geométricos existan, debe haber una estructura rígida en la molécula para evitar la libre rotación alrededor de un enlace. Si el doble enlace en un alqueno fuera capaz de rotar, los dos isómeros geométricos anteriores no existirían. Además, los dos átomos de carbono deben tener cada uno dos grupos diferentes unidos para que haya isómeros geométricos. El propeno no tiene isómeros geométricos porque uno de los átomos de carbono tiene dos hidrógenos individuales unidos a él.



Las propiedades físicas y químicas de los isómeros geométricos son generalmente diferentes. Mientras que el cis-2-buteno es una molécula polar, el trans--2-buteno es no polar. El calor o la irradiación con luz se puede utilizar para lograr la conversión de un isómero geométrico a otro. La entrada de energía debe ser lo suficientemente grande como para romper el enlace pi entre los dos

átomos de carbono, que es más débil que el enlace sigma. En ese punto, el ahora enlace sencillo es libre de rotar, y los isómeros pueden interconvertir.

Al igual que con los alquenos, los alquinos muestran isomería estructural comenzando con 1-butina y 2-butina. Sin embargo, no hay isómeros geométricos con alquinos, porque solo hay otro grupo unido a los átomos de carbono que están involucrados en el triple enlace.

+ : Hidrólisis

Los polímeros se descomponen en monómeros en un proceso conocido como hidrólisis, que significa "dividir con agua". La hidrólisis es una reacción en la que se utiliza una molécula de agua durante la descomposición de otro compuesto (Figura 4.2.3.). Durante estas reacciones, el polímero se divide en dos componentes: una parte gana un átomo de hidrógeno (H+) y la otra gana una molécula de hidroxilo (OH–) de una molécula de agua dividida.

Reacciones de deshidratación e hidrólisis**.** son catalizados o “acelerados” por enzimas específicas; Las reacciones de deshidratación implican la formación de nuevos enlaces, lo que requiere energía, mientras que las reacciones de hidrólisis rompen los enlaces y liberan energía.

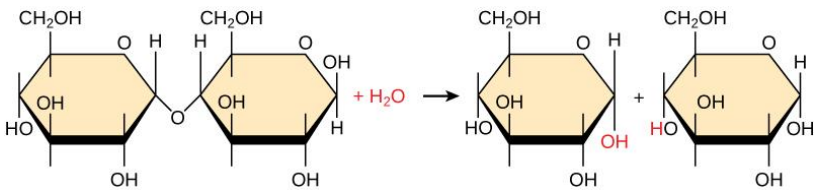


Figura 4.2.4. En la reacción de hidrólisis que se muestra aquí, el disacárido maltosa se descompone para formar dos monómeros de glucosa con la adición de una molécula de agua. Tenga en cuenta que esta reacción es la inversa de la reacción de síntesis que se muestra en la Figura 4.2.3.

Estas reacciones son similares para la mayoría de las macromoléculas, pero cada reacción de monómero y polímero es específica para su clase. Por ejemplo, en nuestros cuerpos, los alimentos se hidrolizan o descomponen en moléculas más pequeñas mediante enzimas catalíticas en el sistema digestivo. Esto permite

una fácil absorción de nutrientes por parte de las células en el intestino. Cada macromolécula es degradada por una enzima específica. Por ejemplo, los carbohidratos se descomponen mediante amilasa, sacarasa, lactasa o maltasa. Las proteínas son descompuestas por las enzimas pepsina y peptidasa, y por el ácido clorhídrico. Los lípidos son degradados por las lipasas. La descomposición de estas macromoléculas proporciona energía para las actividades celulares.

*** : Carbohidratos**

La mayoría de las personas están familiarizadas con los carbohidratos, un tipo de macromolécula, especialmente cuando se trata de lo que comemos. Para perder peso, algunas personas se adhieren a las dietas "bajas en carbohidratos". Los atletas, por el contrario, a menudo se "cargan de carbohidratos" antes de las competiciones importantes para asegurarse de que tienen suficiente energía para competir a un alto nivel.

Figura 4.2.5. Carbohidratos en la dieta de los seres humanos

Los carbohidratos son, de hecho, una parte esencial de nuestra dieta; los cereales, las frutas y las verduras son fuentes naturales de carbohidratos. Los carbohidratos proporcionan energía al cuerpo, particularmente a través de la glucosa, un azúcar simple que es un componente del almidón y un ingrediente en muchos alimentos básicos. Los carbohidratos también tienen otras funciones importantes en humanos, animales y plantas.

+ : **Estructuras Moleculares**

Para alcanzar nuestro objetivo, es necesario conocer un poco los argumentos técnicos para entender cómo funciona todo, en Los carbohidratos se pueden representar mediante la fórmula estequiométrica $(CH_2O)_n$, donde n es el número de carbonos.

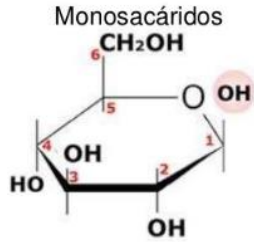


Figura 4.2.6. Carbohidrato

En otras palabras, la proporción de carbono a hidrógeno a oxígeno es 1:2:1 en moléculas de carbohidratos.

Esta fórmula también explica el origen del término "carbohidrato": los componentes son el carbono ("carbo") y los componentes del agua (por lo tanto, "hidrato"). Los carbohidratos se clasifican en tres subtipos: monosacáridos, disacáridos y polisacáridos.

+ : **Monosacáridos**

Los monosacáridos (mono- = "uno"; sacchar- = "dulce") son azúcares simples, el más común de los cuales es la glucosa. En los monosacáridos, el número de carbonos suele oscilar entre tres y siete. La mayoría de los nombres de monosacáridos terminan con el sufijo -osa. Si el azúcar tiene un grupo aldehído (el grupo funcional de estructura R-CHO), se le conoce como aldosa, y si tiene un grupo cetona (el grupo funcional de estructura RC(=O)R'), se se conoce como cetosa. Dependiendo de la cantidad de carbonos en el azúcar, también pueden conocerse como triosas (tres carbonos), pentosas (cinco carbonos) y hexosas (seis carbonos). Consulte la Figura 4.2.7. para ver una ilustración de los monosacáridos.

La fórmula química de la glucosa es $C_6 H_{12} O_6$. En los seres humanos, la glucosa es una importante fuente de energía. Durante la respiración celular, se libera energía de la glucosa y esa energía se utiliza para ayudar a producir trifosfato de adenosina (ATP). Las plantas sintetizan glucosa utilizando dióxido de carbono y agua, y la glucosa a su vez se utiliza para satisfacer las necesidades energéticas de la planta. El exceso de glucosa a menudo se almacena como almidón que es catabolizado (la descomposición de moléculas más

grandes por las células) por humanos y otros animales que se alimentan de plantas.

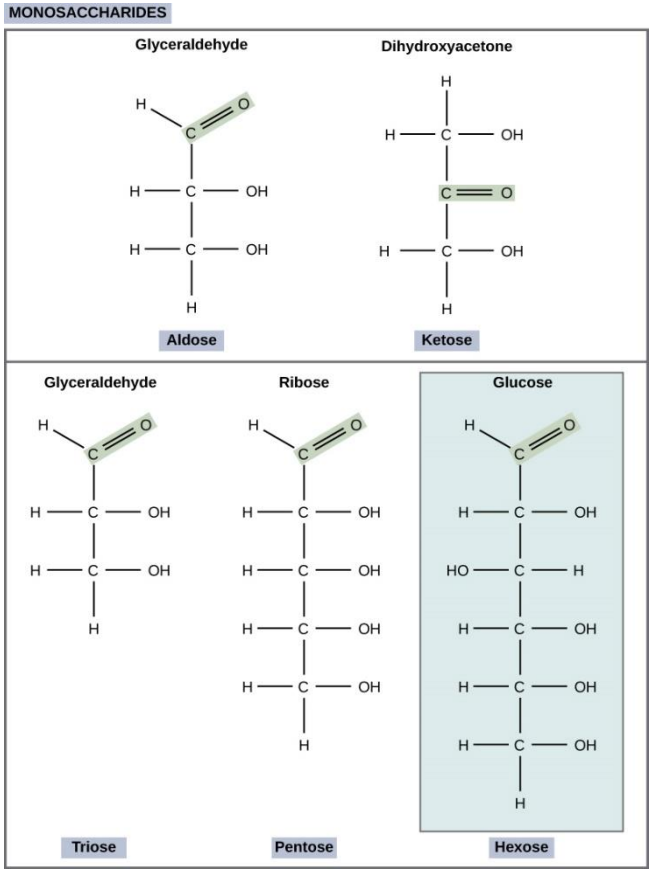


Figura 4.2.7. Los monosacáridos se clasifican según la posición de su grupo carbonilo y el número de carbonos en la columna vertebral. Las aldosas tienen un grupo carbonilo (indicado en verde) al final de la cadena de carbono y las cetosas tienen un grupo carbonilo en el medio de la cadena de carbono. Las triosas, pentosas y hexosas tienen estructuras de tres, cinco y seis carbonos, respectivamente.

La galactosa (parte de la lactosa o azúcar de la leche) y la fructosa (que se encuentra en la sacarosa, en la fruta) son otros monosacáridos comunes. Aunque la glucosa, la galactosa y la fructosa tienen la misma fórmula química ($C_6 H_{12} O_6$), difieren estructural y químicamente (y se conocen como isómeros) debido a la diferente disposición de los grupos funcionales

alrededor del carbono asimétrico; todos estos monosacáridos tienen más de un carbono asimétrico (Figura 4.2.8.).

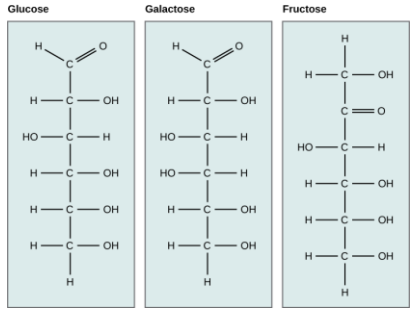


Figura 4.2.8. La glucosa, la galactosa y la fructosa son monosacáridos isoméricos (hexosas), lo que significa que tienen la misma fórmula química, pero tienen la misma fórmula química ($C_6H_{12}O_6$) pero una disposición diferente de átomos.

La glucosa, la galactosa y la fructosa son todas hexosas. Son isómeros estructurales, lo que significa que tienen la misma fórmula química ($C_6H_{12}O_6$) pero una disposición diferente de átomos. Los monosacáridos pueden existir como una cadena lineal o como moléculas en forma de anillo; en soluciones acuosas por lo general se encuentran en forma de anillo (Figura 4.2.9.).

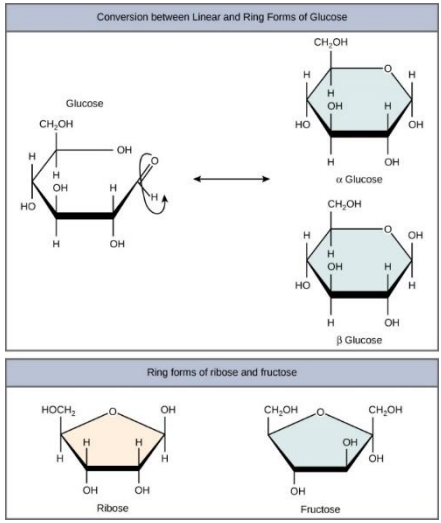


Figura 4.2.9. Existen monosacáridos de cinco y seis carbonos en equilibrio entre formas lineales y anulares. Cuando se forma el anillo, la cadena lateral en la que se cierra se bloquea en una posición α o β . La fructosa y la ribosa también forman

anillos, aunque forman anillos de cinco miembros a diferencia del anillo de glucosa de seis miembros.

La glucosa en forma de anillo puede tener dos arreglos diferentes del grupo hidroxilo (OH) alrededor del carbono anomérico (carbono 1 que se vuelve asimétrico en el proceso de formación del anillo). Si el grupo hidroxilo está por debajo del carbono número 1 en el azúcar, se dice que está en posición alfa (α), y si está por encima del plano, se dice que está en posición beta (β).

+ : Disacáridos

Los disacáridos (di- = "dos") se forman cuando dos monosacáridos experimentan una reacción de deshidratación (también conocida como reacción de condensación o síntesis de deshidratación). Durante este proceso, el grupo hidroxilo de un monosacárido se combina con el hidrógeno de otro monosacárido, liberando una molécula de agua y formando un enlace covalente. Un enlace covalente formado entre una molécula de carbohidrato y otra molécula (en este caso, entre dos monosacáridos) se conoce como enlace glucosídico (Figura 4.2.10.). Los enlaces glucosídicos (también llamados enlaces glucosídicos) pueden ser del tipo alfa o beta.

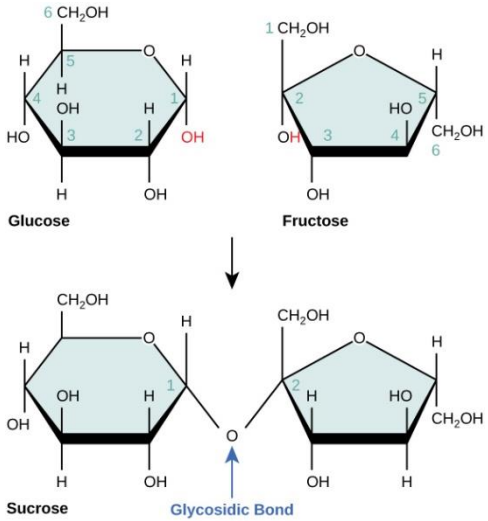


Figura 4.2.10. La sacarosa se forma cuando un monómero de glucosa y un monómero de fructosa se unen en una reacción de deshidratación para formar un enlace glucosídico. En el proceso, se pierde una molécula de agua. Por convención, los átomos de carbono en un monosacárido se numeran a partir del carbono

terminal más cercano al grupo carbonilo. En la sacarosa, se forma un enlace glucosídico entre el carbono 1 de la glucosa y el carbono 2 de la fructosa.

Los disacáridos comunes incluyen lactosa, maltosa y sacarosa (Figura 4.2.11.). La lactosa es un disacárido formado por los monómeros glucosa y galactosa. Se encuentra naturalmente en la leche. La maltosa, o azúcar de malta, es un disacárido formado por una reacción de deshidratación entre dos moléculas de glucosa. El disacárido más común es la sacarosa, o azúcar de mesa, que se compone de los monómeros glucosa y fructosa.

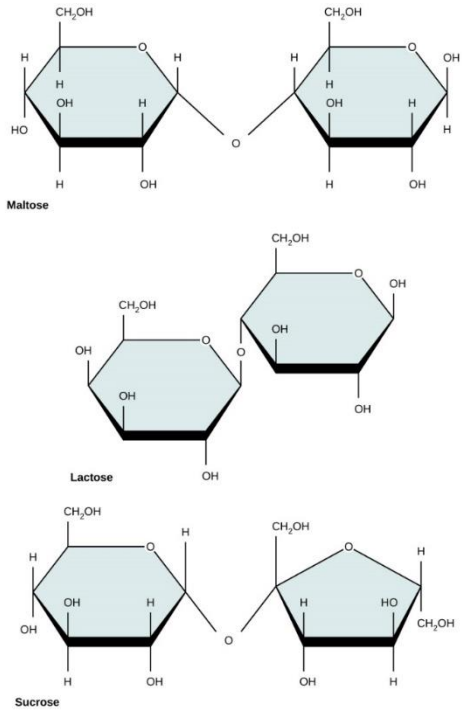


Figura 4.2.11. Los disacáridos comunes incluyen maltosa (azúcar de grano), lactosa (azúcar de leche) y sacarosa (azúcar de mesa).

*** : Polisacáridos.**

Una larga cadena de monosacáridos unidos por enlaces glucosídicos se conoce como **polisacárido** (poli- = "muchos"). La cadena puede ser ramificada o no ramificada y puede contener diferentes tipos de monosacáridos. El peso molecular puede ser de 100.000 daltons o más dependiendo del número de monómeros unidos. El almidón, el

glucógeno, la celulosa y la quitina son ejemplos principales de polisacáridos.

El almidón es la forma almacenada de azúcares en las plantas y se compone de una mezcla de amilosa y amilopectina (ambos polímeros de glucosa). Las plantas pueden sintetizar glucosa, y el exceso de glucosa, más allá de las necesidades energéticas inmediatas de la planta, se almacena como almidón en diferentes partes de la planta, incluidas las raíces y las semillas. El almidón de las semillas proporciona alimento para el embrión a medida que germina y también puede actuar como fuente de alimento para humanos y animales. El almidón que consumen los humanos es descompuesto por enzimas, como las amilasas salivales, en moléculas más pequeñas, como maltosa y glucosa. Las células pueden entonces absorber la glucosa.

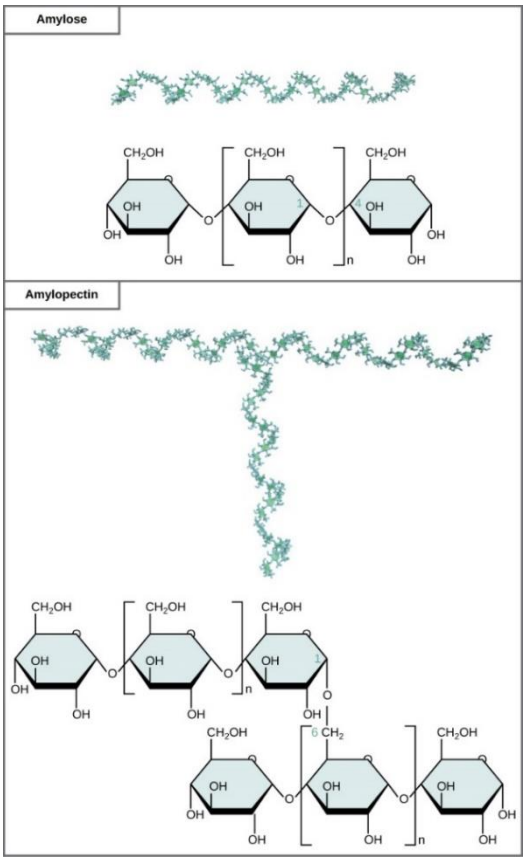


Figura 4.2.12. La amilosa y la amilopectina son dos formas diferentes de almidón. La amilosa está compuesta por cadenas no ramificadas de monómeros de

glucosa conectados por enlaces glucosídicos α 1,4. La amilopectina está compuesta por cadenas ramificadas de monómeros de glucosa conectados por enlaces glucosídicos α 1,4 y α 1,6. Debido a la forma en que se unen las subunidades, las cadenas de glucosa tienen una estructura helicoidal. El glucógeno (no mostrado) tiene una estructura similar a la amilopectina, pero está más ramificado.

El almidón está formado por monómeros de glucosa que están unidos por enlaces glucosídicos α 1-4 o α 1-6. Los números 1-4 y 1-6 se refieren al número de carbonos de los dos residuos que se han unido para formar el enlace. Como se ilustra en la figura 4.2.12., la amilosa es almidón formado por cadenas no ramificadas de monómeros de glucosa (solo enlaces α 1-4), mientras que la amilopectina es un polisacárido ramificado (enlaces α 1-6 en los puntos de ramificación).

El glucógeno es la forma de almacenamiento de la glucosa en humanos y otros vertebrados y está formado por monómeros de glucosa. El glucógeno es el equivalente animal del almidón y es una molécula muy ramificada que normalmente se almacena en el hígado y las células musculares. Cada vez que disminuyen los niveles de glucosa en sangre, el glucógeno se descompone para liberar glucosa en un proceso conocido como glucogenólisis.

La celulosa es el biopolímero natural más abundante. La pared celular de las plantas está compuesta principalmente de celulosa; esto proporciona soporte estructural a la célula. La madera y el papel son en su mayoría de naturaleza celulósica. La celulosa se compone de monómeros de glucosa que están unidos por enlaces glucosídicos β 1-4 (Figura 4.2.13).

Como se muestra en la figura 4.2.13. todos los demás monómeros de glucosa en la celulosa se invierten y los monómeros se empaquetan estrechamente como cadenas largas extendidas. Esto le da a la celulosa su rigidez y alta resistencia a la tracción, que es tan importante para las células vegetales.

Mientras que la βLas enzimas digestivas humanas no pueden descomponer el enlace 1-4, los herbívoros como las vacas, los koalas y los búfalos son capaces, con la ayuda de la flora especializada en su estómago, de digerir material vegetal rico en celulosa y utilizarlo como alimento. fuente de alimento. En estos animales, ciertas especies de bacterias y protistas residen en el sistema digestivo de

los herbívoros y secretan la enzima celulasa. El apéndice de los animales de pastoreo también contiene bacterias que digieren la celulosa, lo que le otorga un papel importante en el sistema digestivo de algunos rumiantes.

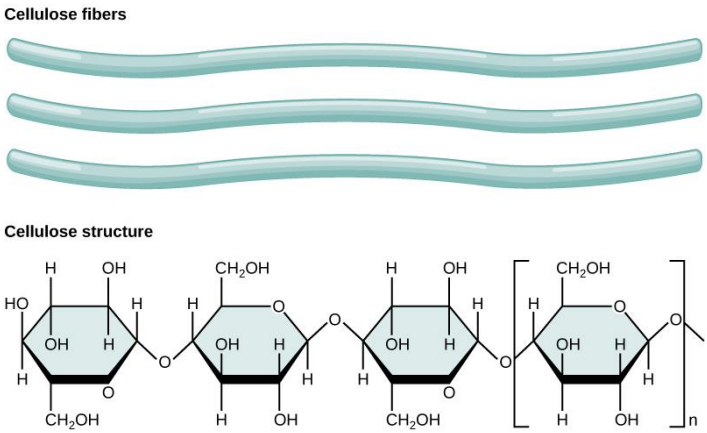


Figura 4.2.13. En la celulosa, los monómeros de glucosa están unidos en cadenas no ramificadas por enlaces glucosídicos β 1-4. Debido a la forma en que se unen las subunidades de glucosa, cada monómero de glucosa se invierte en relación con el siguiente, lo que da como resultado una estructura fibrosa lineal.

Las celulasas pueden descomponer la celulosa en monómeros de glucosa que el animal puede utilizar como fuente de energía. Las termitas también pueden descomponer la celulosa debido a la presencia de otros organismos en sus cuerpos que secretan celulasas.

Los carbohidratos cumplen varias funciones en diferentes animales. Los artrópodos (insectos, crustáceos y otros) tienen un esqueleto externo, llamado exoesqueleto, que protege las partes internas de su cuerpo (como se ve en la abeja de la Figura 4.2.14.). Este exoesqueleto está hecho de la macromolécula biológica quitina, que es un polisacárido que contiene nitrógeno. Está hecho de unidades repetitivas de N-acetil- β -d-glucosamina, un azúcar modificado. La quitina también es un componente principal de las paredes celulares de los hongos; Los hongos no son ni animales ni plantas y forman un reino propio en el dominio Eukarya.

Figura 4.2.14. Los insectos tienen un exoesqueleto externo duro hecho de quitina, un tipo de polisacárido. (crédito: Louise Docker)

+ : Beneficios de los carbohidratos

¿Los carbohidratos son buenos para ti? Algunas personas creen que los carbohidratos son malos para ellos y deben evitarse. Algunas dietas prohíben por completo el consumo de carbohidratos, alegando que una dieta baja en carbohidratos ayuda a las personas a perder peso más rápido. Sin embargo, los carbohidratos han sido una parte importante de la dieta humana durante miles de años; artefactos de civilizaciones antiguas muestran la presencia de trigo, arroz y maíz en las áreas de almacenamiento de nuestros antepasados.

Los carbohidratos deben complementarse con proteínas, vitaminas y grasas para que formen parte de una dieta bien equilibrada. Calóricamente, un gramo de carbohidrato aporta 4,3 Kcal. A modo de comparación, las grasas proporcionan 9 Kcal/g, una proporción menos deseable. Los carbohidratos contienen elementos solubles e insolubles; la parte insoluble se conoce como fibra, que es en su mayoría celulosa. La fibra tiene muchos usos; promueve el movimiento intestinal regular al agregar volumen y regula la tasa de consumo de glucosa en sangre.

La fibra también ayuda a eliminar el exceso de colesterol del cuerpo: la fibra se une al colesterol en el intestino delgado, luego se adhiere

al colesterol y evita que las partículas de colesterol ingresen al torrente sanguíneo, y luego el colesterol sale del cuerpo a través de las heces. Además, una comida que contenga cereales integrales y verduras da una sensación de saciedad. Como fuente inmediata de energía, la glucosa se descompone durante el proceso de respiración celular, que produce ATP, la moneda energética de la célula. Sin el consumo de carbohidratos, la disponibilidad de "energía instantánea" se reduciría. Eliminar los carbohidratos de la dieta puede ser necesario para algunas personas, pero tal paso puede no ser saludable para todos.

*** : Hidrocarburos**

Los hidrocarburos son moléculas orgánicas que consisten exclusiva, o principalmente, en átomos de carbono e hidrógeno. Vienen en dos sabores: (1) hidrocarburos alifáticos que consisten en cadenas lineales de átomos de carbono y (2) hidrocarburos aromáticos que consisten en anillos cerrados de átomos de carbono.

+ : **Hidrocarburos alifáticos**

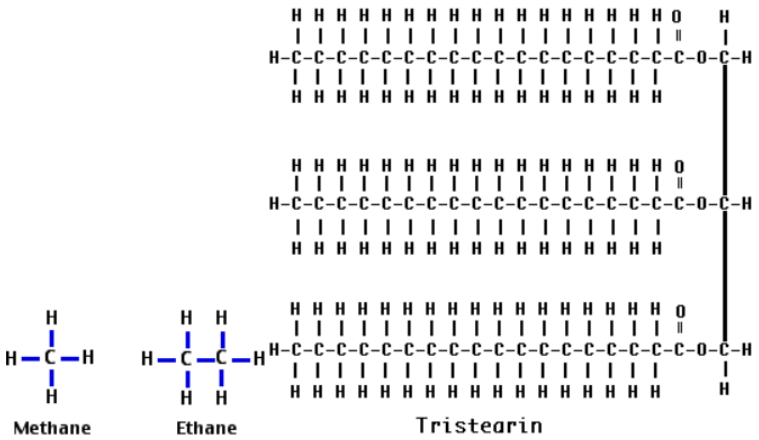


Figura 4.2.15. Hidrocarburos Alifáticos

El más simple es el metano, CH_4. Siguiente es etano, $C_2 H_6$.

Los ácidos grasos en las grasas son hidrocarburos alifáticos. Si una cadena contiene todos los átomos de hidrógeno que puede, se dice que la molécula está saturada. Los ácidos grasos en la triestearato están todos saturados.

Si dos átomos de carbono adyacentes pierden cada uno un átomo de hidrógeno, se forma un doble enlace entre ellos. Se dice que tal molécula es insaturada.

Ejemplo: Etileno $H_2C=CH_2$

Los ácidos grasos en la trilinoleína y el ácido linolénico son ejemplos de ácidos grasos insaturados.

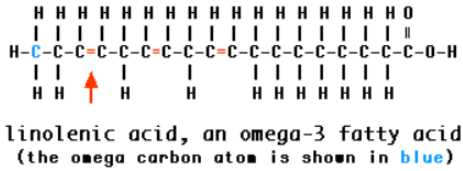


Figura 4.2.15A. Hidrocarburos. Ácidos grasos insaturados

+ : Hidrocarburos Aromáticos

El bloque de construcción de los hidrocarburos aromáticos es el anillo de benceno. La disposición de los átomos se muestra a la izquierda. La versión en el centro se utiliza a menudo para simplificar diagramas de estructuras moleculares. Los tres dobles enlaces no están restringidos a las posiciones mostradas, sino que son libres de pasar alrededor del anillo. Esto a veces se indica dibujando el anillo de benceno ya que está en el extremo derecho.

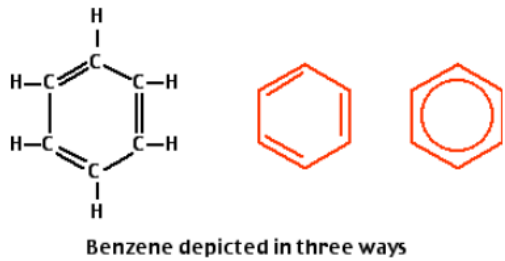


Figura 4.2.15B. Hidrocarburos Aromáticos. Benzeno

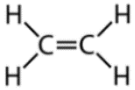
Algunos ejemplos de moléculas biológicas que incorporan el anillo de benceno:

- Los aminoácidos tirosina y fenilalanina

- Colesterol y sus diversos derivados, como las hormonas sexuales: estrógenos y testosterona
- El herbicida, 2,4-D

*** : Alquenos**

Un alqueno es un hidrocarburo con uno o más dobles enlaces covalentes carbono-carbono. El alqueno más simple está compuesto por dos átomos de carbono y se llama eteno (se muestra a continuación). Cada carbono está unido a dos átomos de hidrógeno, además del doble enlace entre ellos.

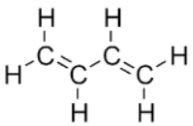


La hibridación de cada átomo de carbono es sp^2 con geometría plana trigonal. Todos los átomos de la molécula yacían en un plano. Al igual que la serie de alcanos, los nombres de los alquenos se basan en el número de átomos en la cadena parental. La nomenclatura sigue las mismas reglas que para los alcanos, con la adición de usar un número para indicar la ubicación del doble enlace. (C_3H_6). El propeno tiene tres carbonos totales, mientras que el buteno (C_4H_8) tiene cuatro. La fórmula general para alquenos con un doble enlace es C_nH_{2n}. Los alquenos se denominan hidrocarburos insaturados. Un hidrocarburo insaturado es un hidrocarburo que contiene menos del número máximo de átomos de hidrógeno que posiblemente pueden enlazarse con el número de átomos de carbono presentes.

La ubicación del doble enlace carbono-carbono puede variar. El nombre genérico del alqueno de 4 carbonos es buteno. Dado que el doble enlace puede ubicarse en más de un lugar, tenemos 1-buteno y 2-buteno:

1-buteno 2-buteno

Las moléculas con múltiples dobles enlaces también son bastante comunes. La siguiente fórmula muestra una cadena de cuatro



carbonos con dobles enlaces entre los carbonos 1 y 2, y entre los carbonos 3 y 4. Esta molécula se llama 1,3-butadieno.

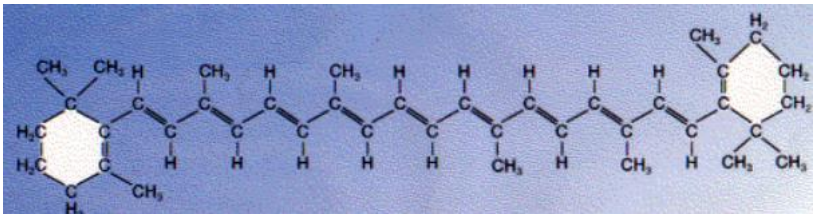


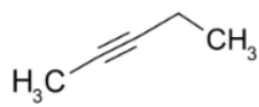
Figura 4.2.15C. El carotenoide, el betacaroteno, es un hidrocarburo que tiene porciones tanto alifáticas como aromáticas.

*** : Alquinos**

Un alquino es un hidrocarburo con uno o más enlaces triples covalentes carbono-carbono. El alquino más simple consta de dos átomos de carbono y se llama etino (nombre común: acetileno).

Una de las formas más efectivas de cortar metal es con una antorcha de oxiacetileno. Se obtienen temperaturas muy altas cuando el acetileno se quema en oxígeno. Mezclado 1:1 con oxígeno, se puede lograr una temperatura superior a 3000°C. La cantidad de energía liberada es alta, el calor neto de combustión es 1300kJ/mol. Es necesario observar las precauciones de seguridad, ya que el gas es muy explosivo. El soplete de oxiacetileno es una de las mejores herramientas para soldar y cortar.

La molécula de etino es lineal, con sp hibridación para cada átomo de carbono. La fórmula general de los alquinos con un triple enlace es C_nH_{2n-2}. Los alquinos también son hidrocarburos insaturados. Existen otros alquinos, como el 2-pentino:



- Un alqueno es un hidrocarburo con uno o más dobles enlaces covalentes carbono-carbono.
- Un alquino es un hidrocarburo con uno o más enlaces triples covalentes carbono-carbono.

- Un hidrocarburo insaturado es un hidrocarburo que contiene menos del número máximo de átomos de hidrógeno que posiblemente pueden enlazarse con el número de átomos de carbono presentes.
- Se dan estructuras de alqueno y alquino.

*** : Los Lípidos**

Los lípidos incluyen un grupo diverso de compuestos que son en gran parte de naturaleza no polar. Esto se debe a que son hidrocarburos que incluyen en su mayoría enlaces carbono-carbono o carbono-hidrógeno no polares. Las moléculas no polares son hidrófobas ("temerosas del agua") o insolubles en agua. Los lípidos realizan muchas funciones diferentes en una célula. Las células almacenan energía para su uso a largo plazo en forma de grasas. Los lípidos también proporcionan aislamiento del medio ambiente para plantas y animales (Figura 4.2.15.). Por ejemplo, su naturaleza hidrófoba que repele el agua puede ayudar a mantener secos a los mamíferos y las aves acuáticas al formar una capa protectora sobre el pelaje o las plumas. Los lípidos también son los componentes básicos de muchas hormonas y un componente importante de todas las membranas celulares. Los lípidos incluyen grasas, ceras, fosfolípidos y esteroides.

+ : **Grasas y aceites**

Una molécula de grasa consta de dos componentes principales: glicerol y ácidos grasos. El glicerol es un compuesto orgánico (alcohol) con tres carbonos, cinco hidrógenos y tres grupos hidroxilo (OH). Los ácidos grasos tienen una larga cadena de hidrocarburos a los que se une un grupo carboxilo, de ahí el nombre de "ácido graso".

El número de carbonos en el ácido graso puede variar de 4 a 36; los más comunes son los que contienen de 12 a 18 carbonos. En una molécula de grasa, los ácidos grasos están unidos a cada uno de los tres carbonos de la molécula de glicerol con un enlace éster a través de un átomo de oxígeno (Figura 4.2.16.).

Durante esta formación de enlaces éster, se liberan tres moléculas de agua. Los tres ácidos grasos del triacilglicerol pueden ser similares o diferentes. Las grasas también se denominan triglicéridos o triacilgliceroles, debido a su estructura química.

Algunos ácidos grasos tienen nombres comunes que especifican su origen. Por ejemplo, el ácido palmítico, un ácido graso saturado, se

deriva de la palmera. El ácido araquídico se deriva de Arachis hypogea, el nombre científico del maní o cacahuetes o cacahuetes.

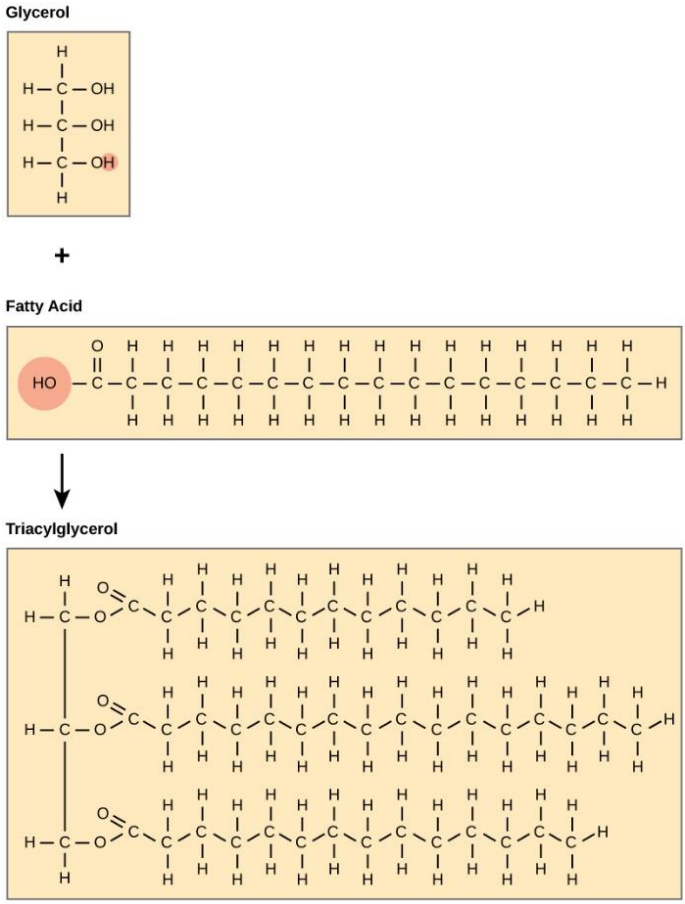


Figura 4.2.16. El triacilglicerol se forma por la unión de tres ácidos grasos a un esqueleto de glicerol en una reacción de deshidratación. En el proceso se liberan tres moléculas de agua.

Los ácidos grasos pueden ser saturados o insaturados. En una cadena de ácidos grasos, si solo hay enlaces simples entre los carbonos vecinos en la cadena hidrocarbonada, se dice que el ácido graso está saturado.

Los ácidos grasos saturados están saturados con hidrógeno; en otras palabras, se maximiza el número de átomos de hidrógeno unidos al esqueleto de carbono. El ácido esteárico es un ejemplo de un ácido graso saturado (Figura 4.2.17.)

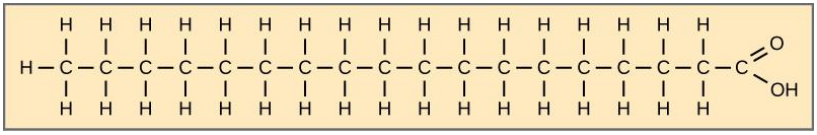


Figura 4.2.17. El ácido esteárico es un ácido graso saturado común.

Cuando la cadena hidrocarbonada contiene un doble enlace, se dice que el ácido graso está insaturado. El ácido oleico es un ejemplo de un ácido graso insaturado (Figura 4.2.18.).

La mayoría de las grasas no saturadas son líquidas a temperatura ambiente y se denominan aceites. Si hay un doble enlace en la molécula, entonces se conoce como grasa monoinsaturada (p. ej., aceite de oliva), y si hay más de un doble enlace, entonces se conoce como grasa poliinsaturada (p. ej., aceite de canola).

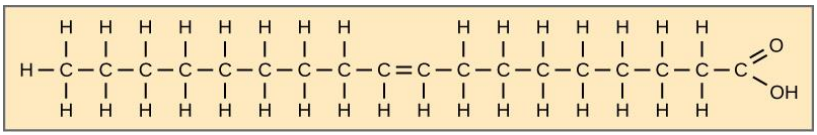


Figura 4.2.18. El ácido oleico es un ácido graso insaturado común.

Cuando un ácido graso no tiene dobles enlaces, se le conoce como ácido graso saturado porque no se puede agregar más hidrógeno a los átomos de carbono de la cadena. Una grasa puede contener ácidos grasos similares o diferentes unidos al glicerol.

Los ácidos grasos rectos largos con enlaces simples tienden a empaquetarse de forma compacta y son sólidos a temperatura ambiente. Las grasas animales con ácido esteárico y ácido palmítico (común en la carne) y la grasa con ácido butírico (común en la mantequilla) son ejemplos de grasas saturadas.

Los mamíferos almacenan grasas en células especializadas llamadas adipocitos, donde los glóbulos de grasa ocupan la mayor parte del volumen celular. En las plantas, la grasa o el aceite se almacenan en muchas semillas y se utilizan como fuente de energía durante el desarrollo de las plántulas. Las grasas o aceites insaturados suelen ser de origen vegetal y contienen ácidos grasos insaturados cis. Cis y trans indican la configuración de la molécula alrededor del doble enlace. Si los hidrógenos están presentes en el mismo plano, se

habla de grasa cis; si los átomos de hidrógeno están en dos planos diferentes, se denomina grasa trans.

El doble enlace cis provoca una curvatura o un "retorcimiento" que evita que los ácidos grasos se empaqueten de forma apretada, manteniéndolos líquidos a temperatura ambiente (Figura 4.2.19.). El aceite de oliva, el aceite de maíz, el aceite de canola y el aceite de hígado de bacalao son ejemplos de grasas no saturadas. Las grasas no saturadas ayudan a reducir los niveles de colesterol en la sangre, mientras que las grasas saturadas contribuyen a la formación de placa en las arterias.

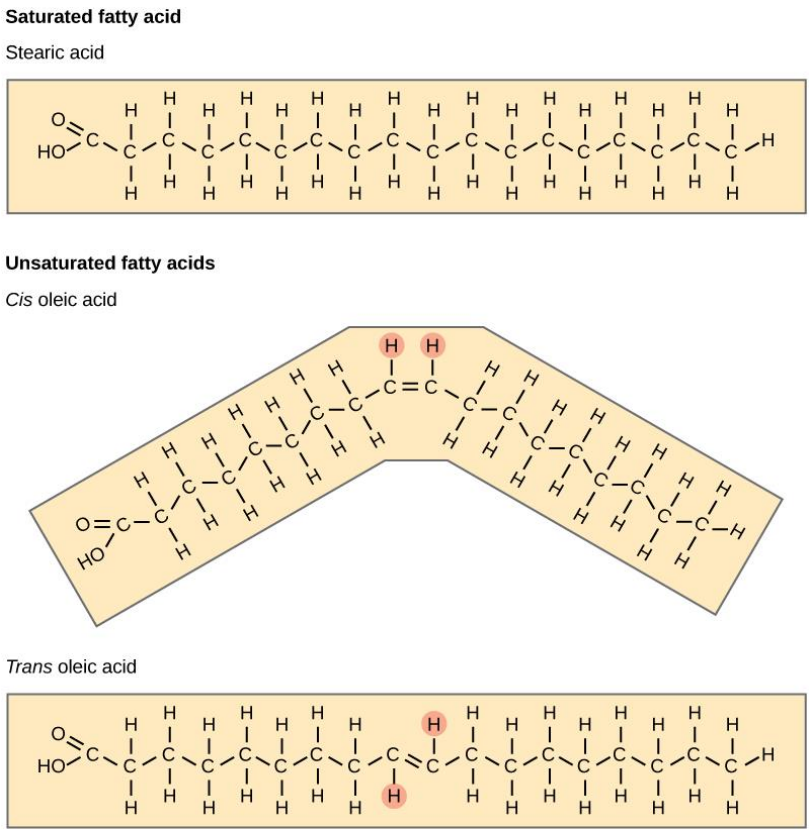
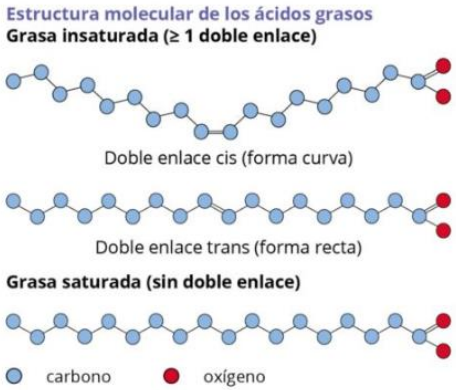


Figura 4.2.19. Los ácidos grasos saturados tienen cadenas hidrocarbonadas conectadas únicamente por enlaces simples. Los ácidos grasos insaturados tienen uno o más dobles enlaces. Cada doble enlace puede estar en una configuración cis o trans. En la configuración cis, ambos hidrógenos están en el mismo lado de la cadena hidrocarbonada. En la configuración trans, los hidrógenos están en lados opuestos. Un doble enlace cis provoca una torcedura en la cadena.

+ : **Grasas trans**

En la industria alimentaria, los aceites se hidrogenan artificialmente para hacerlos semisólidos y con una consistencia deseable para muchos productos alimenticios procesados. Simplemente hablando, el gas hidrógeno se burbujea a través de los aceites para



solidificarlos. Durante este proceso de hidrogenación, los dobles enlaces de la conformación cis - en la cadena hidrocarbonada pueden convertirse en dobles enlaces en la conformación trans.

Figura 4.2.20. Grasas, insaturadas CIS y Trans, Grasas Saturadas

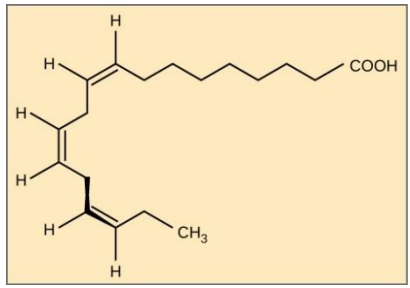
La margarina, algunos tipos de mantequilla de maní y la manteca vegetal son ejemplos de grasas trans hidrogenadas artificialmente. Estudios recientes han demostrado que un aumento en las grasas trans en la dieta humana puede conducir a un aumento en los niveles de lipoproteínas de baja densidad (LDL) o colesterol "malo", lo que a su vez puede conducir a la deposición de placa en las arterias, lo que resulta en enfermedad del corazón. Muchos restaurantes de comida rápida han prohibido recientemente el uso de grasas trans y se requiere que las etiquetas de los alimentos muestren el contenido de grasas trans.

- : Ácidos Grasos Omega

Los ácidos grasos esenciales son ácidos grasos requeridos, pero no sintetizados por el cuerpo humano. En consecuencia, deben complementarse mediante la ingestión a través de la dieta. Los ácidos grasos omega - 3 (como el que se muestra en la Figura 4.2.20) entran en esta categoría y son uno de los dos únicos conocidos para los humanos (el otro es el ácido graso omega-6). Estos son ácidos

grasos poliinsaturados y se denominan omega-3 porque el tercer carbono desde el final de la cadena hidrocarbonada está conectado a su carbono vecino por un doble enlace.

Figura 4.2.21. El ácido alfa-linolénico es un ejemplo de un ácido graso omega-3. Tiene tres dobles enlaces cis y, como resultado, una forma curva. Para mayor claridad, los carbonos no se muestran. Cada carbono con enlace simple tiene dos hidrógenos asociados, que tampoco se muestran.



El carbono más alejado del grupo carboxilo se numera como carbono omega (ω), y si el doble enlace está entre el tercer y cuarto carbono de ese extremo, se le conoce como ácido graso omega-3. Nutricionalmente importantes porque el cuerpo no los produce, los ácidos grasos omega-3 incluyen el ácido alfa-linoleico (ALA), el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), todos los cuales son poliinsaturados.

El salmón, la trucha y el atún son buenas fuentes de ácidos grasos omega-3. Las investigaciones indican que los ácidos grasos omega-3 reducen el riesgo de muerte súbita por ataques cardíacos, reducen los triglicéridos en la sangre, disminuyen la presión arterial y previenen la trombosis al inhibir la coagulación de la sangre. También reducen la inflamación y pueden ayudar a reducir el riesgo de algunos tipos de cáncer en animales.

Al igual que los carbohidratos, las grasas han recibido mucha mala publicidad. Es cierto que comer un exceso de frituras y otros alimentos "grasos" conduce al aumento de peso. Sin embargo, las grasas tienen funciones importantes. Muchas vitaminas son liposolubles y las grasas sirven como una forma de almacenamiento a largo plazo de ácidos grasos: una fuente de energía. También proporcionan aislamiento para el cuerpo. Por lo tanto, las grasas

"saludables" en cantidades moderadas deben consumirse regularmente.

+ : **Ceras**

Las ceras son lípidos simples que consisten en una molécula de alcohol vinculada a una o más moléculas de ácidos grasos. Son sustancias de la cadena de carbono lineal y alta molecular, tienen solubilidad en los lípidos y otros solventes orgánicos (bencina, terebentina, éter y cloroformo, por ejemplo), son maleables, suavizando a una temperatura de 35 ° C y tienen agua de densidad cercana son completamente insoluble en agua, actuando también como aisladores eléctricos.

La característica principal de las ceras es su insolubilidad total en el agua y esto los hace muy útiles para plantas y animales. Las hojas de varios tipos de plantas tienen su superficie envuelta en cera, lo que las hace impermeables, lo que evita la pérdida excesiva de agua a través de la transpiración.

Figura 4.2.22. Los lípidos hidrófobos del pelaje de los mamíferos acuáticos, como esta nutria de río, los protegen de los elementos. (crédito: Ken Bosma).

El cuerpo de ciertos animales también está cubierto por ceras, como las aves acuáticas, que tienen sus plumajes cubiertos por la cera

producida por las glándulas uropigianas utilizadas, especialmente para facilitar su flotador. En el oído humano, las ceras (o cerume) son producidas y expulsadas por las glándulas sebáceas y realizan la función de proteger la estructura contra las infecciones por microorganismo.

La cera cubre las plumas de algunas aves acuáticas y la superficie de las hojas de algunas plantas. Debido a la naturaleza hidrófoba de las ceras, evitan que el agua se adhiera a la superficie (Figura 4.2.23.). Las ceras se componen de cadenas largas de ácidos grasos esterificados a alcoholes de cadena larga.

Industrialmente, las ceras se aplican a la producción de barnices, grasas de zapatos, velas, jabones, ceras de piso, cosméticos, depilatorios, medicamentos y otros. La cera de abejas se usa ampliamente con fines medicinales; Si es puro masticado, por ejemplo, es útil para eliminar el tártaro en los dientes y los residuos de nicotina en la boca; Si se mastican con miel, es efectivo en casos de sinusitis y otros tipos de reacciones alérgicas.

Figura 4.2.23. Las cubiertas cerosas de algunas hojas están hechas de lípidos. (crédito: Roger Griffith)

*** : Beneficios de los Carbohidratos**

Las macromoléculas biológicas son moléculas grandes que son necesarias para la vida y se construyen a partir de moléculas orgánicas más pequeñas. Una clase principal de macromoléculas biológicas son los carbohidratos, que se dividen en tres subtipos: monosacáridos, disacáridos y polisacáridos.

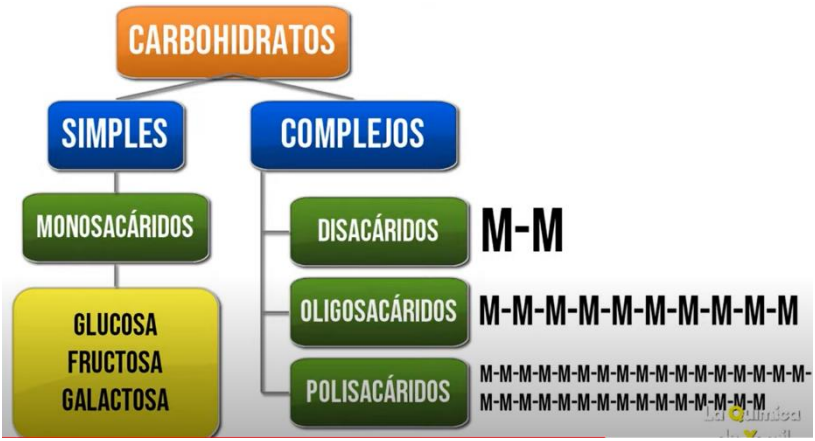


Figura 4.2.24. Carbohidratos: Los carbohidratos son macromoléculas biológicas que se dividen en tres subtipos: monosacáridos, disacáridos y polisacáridos. Como todas las macromoléculas, los carbohidratos son necesarios para la vida y se construyen a partir de moléculas orgánicas más pequeñas.

Los carbohidratos son, de hecho, una parte esencial de nuestra dieta; los granos, frutas y verduras son todas fuentes naturales de carbohidratos. Es importante destacar que los carbohidratos aportan energía al cuerpo, particularmente a través de la glucosa, un azúcar simple que es un componente del almidón y un ingrediente en muchos alimentos básicos.

***+ :* Carbohidratos en Nutrición**

Los carbohidratos han sido un tema polémico dentro del mundo de la dieta. Las personas que intentan perder peso a menudo evitan los carbohidratos, y algunas dietas prohíben completamente el consumo de carbohidratos, alegando que una dieta baja en carbohidratos ayuda a las personas a perder peso más rápido. Sin embargo, los carbohidratos han sido una parte importante de la dieta humana durante miles de años; artefactos de civilizaciones antiguas

muestran la presencia de trigo, arroz y maíz en las áreas de almacenamiento de nuestros antepasados.

Los carbohidratos deben complementarse con proteínas, vitaminas y grasas para formar parte de una dieta bien balanceada. En cuanto a calorías, un gramo de carbohidrato aporta 4.3 Kcal. En comparación, las grasas aportan 9 Kcal/g, una proporción menos deseable. Los carbohidratos contienen elementos solubles e insolubles; la parte insoluble se conoce como fibra, que es principalmente celulosa.

La fibra tiene muchos usos; promueve el movimiento intestinal regular al agregar volumen, y regula la tasa de consumo de glucosa en sangre. La fibra también ayuda a eliminar el exceso de colesterol del cuerpo. La fibra se une y se adhiere al colesterol en el intestino delgado y evita que las partículas de colesterol ingresen al torrente sanguíneo. Entonces el colesterol sale del cuerpo a través de las heces.

Las dietas ricas en fibra también tienen un papel protector en la reducción de la aparición de cáncer de colon. Además, una comida que contiene granos integrales y verduras da una sensación de saciedad. Como fuente inmediata de energía, la glucosa se descompone durante el proceso de respiración celular, lo que produce trifosfato de adenosina (ATP), la moneda energética de la célula. Sin el consumo de carbohidratos, se reduciría la disponibilidad de "energía instantánea". Eliminar los carbohidratos de la dieta no es la mejor manera de perder peso. Una dieta baja en calorías rica en granos integrales, frutas, verduras y carne magra, junto con mucho ejercicio y mucha agua, es la forma más sensata de perder peso.

This page titled 3.3: Moléculas lipídicas - Introducción is shared under a CC BY-SA 4.0 license and was authored, remixed, and/or curated by Boundless.

A menos que se indique lo contrario, el contenido de LibreTexts tiene licencia de CC BY-NC-SA 3.0.

Capítulo III : Fosfolipidos y proteínas

Los fosfolípidos son macromoléculas constituyentes principales de la membrana plasmática, la capa más externa de todas las células vivas. Al igual que las grasas, se componen de cadenas de ácidos grasos unidas a un esqueleto de glicerol o esfingosina. Sin embargo, en lugar de tres ácidos grasos unidos como en los triglicéridos, hay dos ácidos grasos que forman diacilglicerol, y el tercer carbono del esqueleto del glicerol está ocupado por un grupo fosfato modificado.

*** : Fosfatidilcolina**

Un grupo fosfato solo unido a un diacilglicerol no califica como fosfolípido; es fosfatidato (diacilglicerol 3-fosfato), el precursor de los fosfolípidos. El grupo fosfato es modificado por un alcohol. La fosfatidilcolina y la fosfatidilserina son dos fosfolípidos importantes que se encuentran en las membranas plasmáticas.

Un fosfolípido es una molécula con dos ácidos grasos y un grupo fosfato modificado unido a un esqueleto de glicerol. El fosfato puede modificarse mediante la adición de grupos químicos cargados o polares.

Un fosfolípido es una molécula anfipática, lo que significa que tiene una parte hidrofóbica y otra hidrofílica. Las cadenas de ácidos grasos son hidrofóbicas y no pueden interactuar con el agua, mientras que el grupo que contiene fosfato es hidrofílico e interactúa con el agua (Figura 4.3.2.).

La bicapa de fosfolípidos es el componente principal de todas las membranas celulares. Los grupos de cabeza hidrofílicos de los

fosfolípidos se enfrentan a la solución acuosa. Las colas hidrofóbicas están secuestradas en el medio de la bicapa.

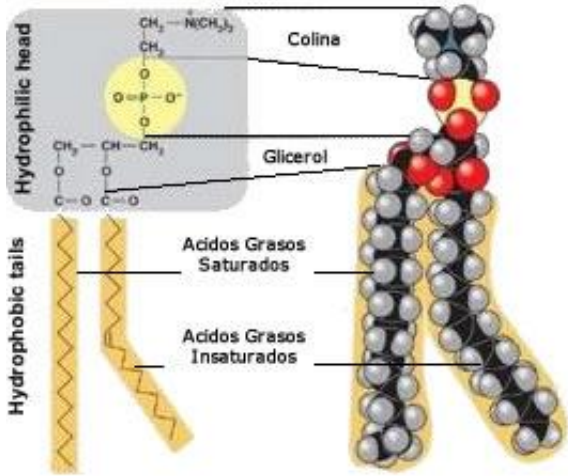


Figura 4.3.1. Fosfatidilcolina

La cabeza es la parte hidrofílica y la cola contiene los ácidos grasos hidrofóbicos. En una membrana, una bicapa de fosfolípidos forma la matriz de la estructura, las colas de ácidos grasos de los fosfolípidos miran hacia adentro, lejos del agua, mientras que el grupo fosfato mira hacia afuera, el lado acuoso (Figura 4.3.2.).

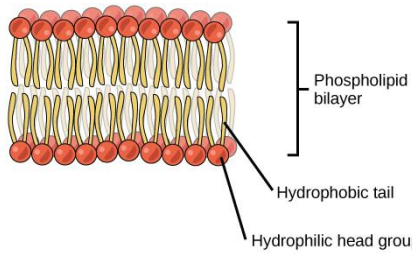


Figura 4.3.2. Fosfolípidos.

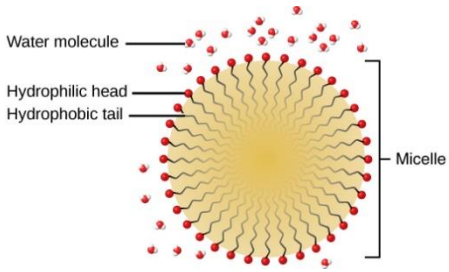
Los fosfolípidos son responsables de la naturaleza dinámica de la membrana plasmática. Si se coloca una gota de fosfolípidos en agua, se forma espontáneamente una estructura conocida como micela, donde las cabezas hidrofílicas de fosfato miran hacia el exterior y los ácidos grasos hacia el interior de esta estructura.

Las grasas son moléculas anfílicas. En otras palabras, la cola larga de hidrocarburo es hidrófoba y la parte de glicerol de la molécula es

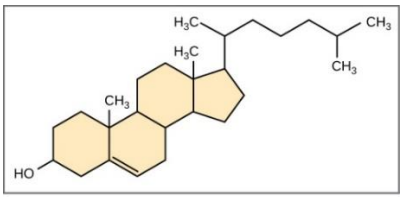
hidrófila. Cuando están en el agua, las grasas se organizan en una bola llamada micela, de modo que las "cabezas" hidrofílicas están en la superficie exterior y las "colas" hidrofóbicas están en el interior, donde están protegidas del agua circundante.

A diferencia de los fosfolípidos y las grasas discutidos anteriormente, los **esteroides** tienen una estructura de anillo fusionado. Aunque no se parecen a los demás lípidos, se agrupan con ellos porque también son hidrofóbicos e insolubles en agua. Todos los esteroides tienen cuatro anillos de carbono enlazados y varios de ellos, como el colesterol, tienen una cola corta (Figura 4.3.3.). Muchos esteroides también tienen el grupo funcional –OH, lo que los coloca en la clasificación de alcohol (esteroles).

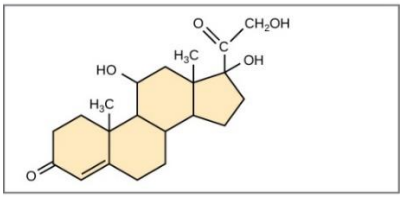
Figura 4.3.3. Glicerol



+ : **Esteroides**



Cholesterol



Cortisol

Figura 4.3.4. Esteroides

Los esteroides como el colesterol y el cortisol se componen de cuatro anillos de hidrocarburo fusionados.

El colesterol es el esteroide más común. El colesterol se sintetiza principalmente en el hígado y es el precursor de muchas hormonas esteroides como la testosterona y el estradiol, que son secretadas por las gónadas y las glándulas endocrinas. También es el precursor de la vitamina D. El colesterol también es el precursor de las sales biliares, que ayudan en la emulsificación de las grasas y su posterior absorción por las células. Aunque los legos a menudo hablan del colesterol en términos negativos, pero es necesario para el correcto funcionamiento del cuerpo. Es un componente de la membrana plasmática de las células animales y se encuentra dentro de la bicapa de fosfolípidos. Al ser la estructura más externa de las células animales, la membrana plasmática es responsable del transporte de materiales y del reconocimiento celular y está involucrada en la comunicación de célula a célula.

*** : Las proteínas**

+ : **Tipos y funciones de las proteínas**

Las proteínas son una de las moléculas orgánicas más abundantes en los sistemas vivos y tienen la gama de funciones más diversa de todas las macromoléculas. Las proteínas pueden ser estructurales, reguladoras, contráctiles o protectoras; pueden servir en transporte, almacenamiento o membranas; o pueden ser toxinas o enzimas. Cada célula de un sistema vivo puede contener miles de proteínas, cada una con una función única. Sus estructuras, como sus funciones, varían mucho. Sin embargo, todos son polímeros de aminoácidos, dispuestos en una secuencia lineal.

Las enzimas, que son producidas por células vivas, son catalizadores de reacciones bioquímicas (como la digestión) y suelen ser proteínas complejas o conjugadas. Cada enzima es específica para el sustrato (un reactivo que se une a una enzima) sobre el que actúa. La enzima puede ayudar en las reacciones de descomposición, reordenamiento o síntesis. Las enzimas que descomponen sus sustratos se denominan enzimas catabólicas, las enzimas que construyen moléculas más complejas a partir de sus sustratos se denominan enzimas anabólicas y las enzimas que afectan la velocidad de reacción se denominan enzimas catalíticas.

Cabe señalar que todas las enzimas aumentan la velocidad de reacción y, por lo tanto, se consideran catalizadores orgánicos. Un

ejemplo de enzima es la amilasa salival, que hidroliza su sustrato amilosa, un componente del almidón.

Las hormonas son moléculas de señalización química, generalmente pequeñas proteínas o esteroides, secretadas por células endocrinas que actúan para controlar o regular procesos fisiológicos específicos, incluidos el crecimiento, el desarrollo, el metabolismo y la reproducción. Por ejemplo, la insulina es una hormona proteica que ayuda a regular el nivel de glucosa en sangre. Los principales tipos y funciones de las proteínas se enumeran en la Tabla 4.3.1.

Tipos de proteínas y funciones

Escribe	**Ejemplos**	**Funciones**
Enzimas digestivas	Amilasa, lipasa, pepsina, tripsina	Ayuda en la digestión de los alimentos al catabolizar los nutrientes en unidades monoméricas
Transporte	Hemoglobina, albúmina	Transportar sustancias en la sangre o la linfa por todo el cuerpo.
Estructural	Actina, tubulina, queratina	Construir diferentes estructuras, como el citoesqueleto.
hormonas	insulina, tiroxina	Coordinar la actividad de los diferentes sistemas del cuerpo.
Defensa	inmunoglobulinas	Proteger el cuerpo de patógenos extraños.
Contractible	actina, miosina	Efecto contracción muscular
Almacenamiento	Proteínas de almacenamiento de legumbres, clara de huevo (albúmina)	Proporcionar nutrición en el desarrollo temprano del embrión y la plántula.

Tabla 4.3.1.

Las proteínas tienen diferentes formas y pesos moleculares; algunas proteínas tienen forma globular mientras que otras son de naturaleza fibrosa. Por ejemplo, la hemoglobina es una proteína

globular, pero el colágeno, que se encuentra en nuestra piel, es una proteína fibrosa. La forma de la proteína es fundamental para su función, y esta forma se mantiene gracias a muchos tipos diferentes de enlaces químicos.

Los cambios en la temperatura, el pH y la exposición a productos químicos pueden provocar cambios permanentes en la forma de la proteína, lo que lleva a la pérdida de la función, lo que se conoce como desnaturalización. Todas las proteínas se componen de diferentes arreglos de los 20 tipos de aminoácidos más comunes.

+ : Aminoácidos

Los aminoácidos son los monómeros que forman las proteínas y cada aminoácido tiene la misma estructura fundamental, que consta de un átomo de carbono central, también conocido como carbono alfa (α), unido a un grupo amino (NH_2), un grupo carboxilo (COOH) y a un átomo de hidrógeno. Cada aminoácido también tiene otro átomo o grupo de átomos unidos al átomo central conocido como grupo R (Figura 4.3.5.).

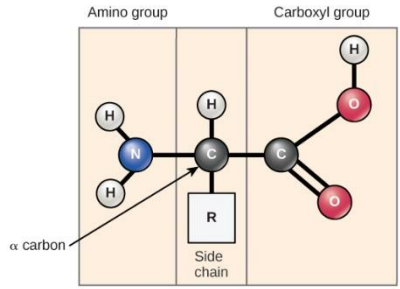


Figura 4.3.5. Los aminoácidos tienen un carbono asimétrico central al que se unen un grupo amino, un grupo carboxilo, un átomo de hidrógeno y una cadena lateral (grupo R).

El nombre "aminoácido" se deriva del hecho de que contienen tanto un grupo amino como un grupo ácido carboxílico en su estructura básica. Como se mencionó, hay 20 aminoácidos comunes presentes en las proteínas. Nueve de estos se consideran aminoácidos esenciales en humanos porque el cuerpo humano no puede producirlos y se obtienen de la dieta. Para cada aminoácido, el grupo R (o cadena lateral) es diferente (Figura 4.3.6.).

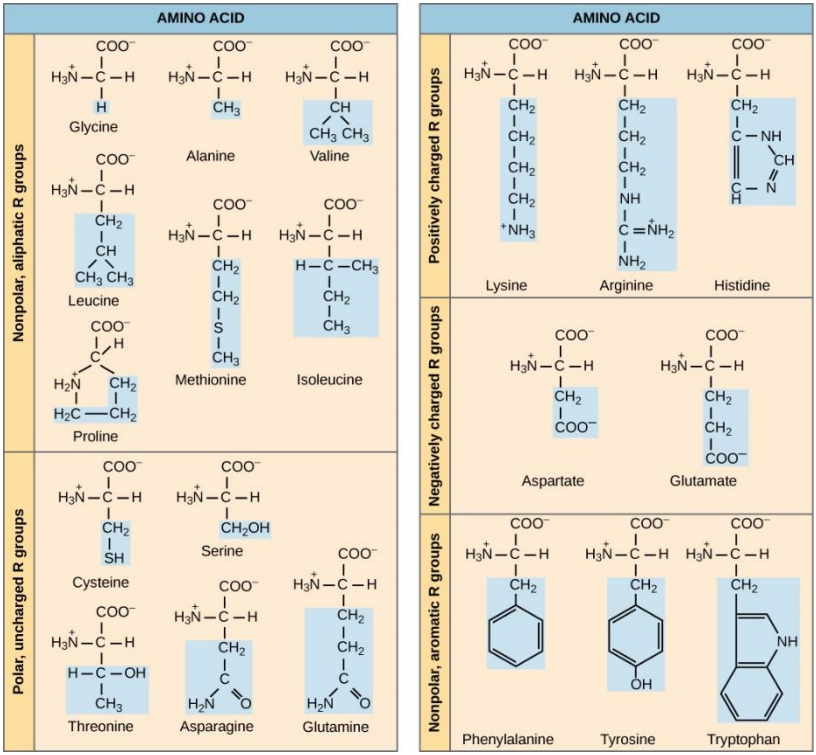


Figura 4.3.6. Por lo general, hay 20 aminoácidos comunes que se encuentran comúnmente en las proteínas, cada uno con un grupo R diferente (grupo variante) que determina su naturaleza química.

La naturaleza química de la cadena lateral determina la naturaleza del aminoácido (es decir, si es ácido, básico, polar o no polar). Por ejemplo, el aminoácido glicina tiene un átomo de hidrógeno como grupo R. Los aminoácidos como la valina, la metionina y la alanina son de naturaleza no polar o hidrofóbica, mientras que los aminoácidos como la serina, la treonina y la cisteína son polares y tienen cadenas laterales hidrofílicas. Las cadenas laterales de lisina y arginina están cargadas positivamente y, por lo tanto, estos aminoácidos también se conocen como aminoácidos básicos. La prolina tiene un grupo R que está unido al grupo amino, formando una estructura similar a un anillo. La prolina es una excepción a la estructura estándar de un aminoácido ya que su grupo amino no está separado de la cadena lateral (Figura 4.3.6.).

Los aminoácidos se representan con una sola letra mayúscula o una abreviatura de tres letras. Por ejemplo, la valina se conoce por la

letra V o el símbolo de tres letras val. Así como algunos ácidos grasos son esenciales para una dieta, algunos aminoácidos también son necesarios. Se conocen como aminoácidos esenciales, y en humanos incluyen isoleucina, leucina y cisteína. Los aminoácidos esenciales se refieren a aquellos necesarios para la construcción de proteínas en el cuerpo, aunque no los produzca el cuerpo; qué aminoácidos son esenciales varía de un organismo a otro.

+ : Enlaces Peptídicos

La secuencia y el número de aminoácidos determinan en última instancia la forma, el tamaño y la función de la proteína. Cada aminoácido está unido a otro aminoácido por un enlace covalente, conocido como enlace peptídico, que se forma por una reacción de deshidratación. El grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del aminoácido entrante se combinan, liberando una molécula de agua. Cualquier reacción que combine dos monómeros en una reacción que genere H_2O como uno de los productos se conoce como reacción de deshidratación, por lo que la formación de enlaces peptídicos es un ejemplo de una reacción de deshidratación. El enlace resultante es el enlace peptídico (Figura 4.3.7.).

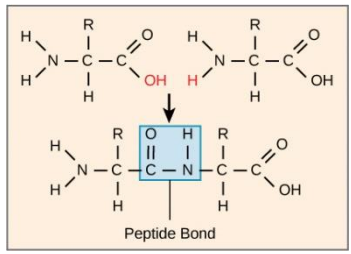


Figura 4.3.7. La formación de enlaces peptídicos es una reacción de síntesis por deshidratación. El grupo carboxilo de un aminoácido está unido al grupo amino del aminoácido entrante. En el proceso, se libera una molécula de agua.

+ : Cadenas Polipeptídicas

La cadena resultante de aminoácidos se llama cadena polipeptídica. Cada polipéptido tiene un grupo amino libre en un extremo. Este extremo se llama el N terminal, o el amino terminal, y el otro extremo tiene un grupo carboxilo libre, también conocido como el C o carboxilo terminal. Al leer o informar la secuencia de aminoácidos de una proteína o polipéptido, la convención es usar la dirección N-

a-C. Es decir, se supone que el primer aminoácido de la secuencia es uno en el extremo N y se supone que el último aminoácido es el que está en el extremo C.

Los productos formados por dichos enlaces se denominan péptidos. A medida que más aminoácidos se unen a esta cadena en crecimiento, la cadena resultante se conoce como polipéptido. Cada polipéptido tiene un grupo amino libre en un extremo. Este extremo se denomina terminal N, o terminal amino, y el otro extremo tiene un grupo carboxilo libre, también conocido como terminal C o carboxilo.

Si bien los términos polipéptido y proteína a veces se usan indistintamente, un polipéptido es técnicamente un polímero de aminoácidos, mientras que el término proteína se usa para un polipéptido o polipéptidos que se han combinado, a menudo tienen grupos prostéticos no peptídicos unidos, tienen una forma distinta y tienen una función única. Después de la síntesis de proteínas (traducción), la mayoría de las proteínas se modifican. Estas se conocen como modificaciones postraduccionales. Pueden sufrir escisión o fosforilación, o puede requerir la adición de otros grupos químicos. Solo después de estas modificaciones la proteína es completamente funcional.

*** : Conexión de evolución**

El citocromo c es un componente importante de la cadena de transporte de electrones, una parte de la respiración celular, y normalmente se encuentra en el orgánulo celular, la mitocondria. Esta proteína tiene un grupo prostético hemo, y el ion central del hemo se reduce y oxida alternativamente durante la transferencia de electrones.

+ : **El significado evolutivo del citocromo c**

Debido a que el papel de esta proteína esencial en la producción de energía celular es crucial, ha cambiado muy poco durante millones de años. La secuenciación de proteínas ha demostrado que existe una cantidad considerable de homología de secuencias de aminoácidos del citocromo c entre diferentes especies; en otras palabras, el parentesco evolutivo se puede evaluar midiendo las

similitudes o diferencias entre las secuencias de ADN o proteínas de varias especies.

Los científicos han determinado que el citocromo c humano contiene 104 aminoácidos. Por cada molécula de citocromo c de diferentes organismos que se ha secuenciado hasta la fecha, 37 de estos aminoácidos aparecen en la misma posición en todas las muestras de citocromo c. Esto indica que puede haber habido un antepasado común.

Al comparar las secuencias de proteínas humanas y de chimpancé, no se encontraron diferencias de secuencia. Cuando se compararon las secuencias de humanos y monos Rhesus, la única diferencia encontrada fue en un aminoácido. En otra comparación, la secuenciación de humano a levadura muestra una diferencia en la posición 44.

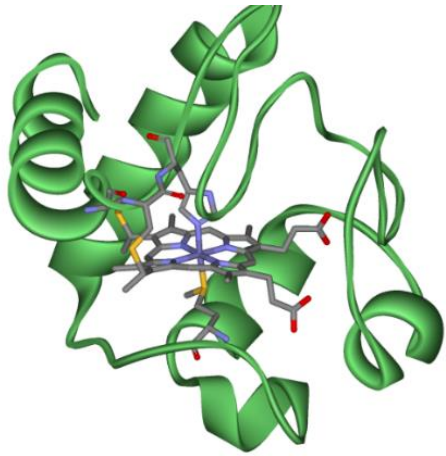


Figura 4.3.8. Citocromo C

+ : **Estructura de la proteína**

La forma de una proteína es fundamental para su función. Por ejemplo, una enzima puede unirse a un sustrato específico en un sitio conocido como sitio activo. Si este sitio activo se altera debido a cambios locales o cambios en la estructura general de la proteína, es posible que la enzima no pueda unirse al sustrato. Para comprender cómo la proteína obtiene su forma o conformación final, debemos comprender los cuatro niveles de estructura de la proteína: primario, secundario, terciario y cuaternario.

- : Estructura primaria

La secuencia única de aminoácidos en una cadena polipeptídica es su estructura primaria. Por ejemplo, la hormona pancreática insulina tiene dos cadenas polipeptídicas, A y B, y están unidas entre sí por enlaces disulfuro. El aminoácido N terminal de la cadena A es la glicina, mientras que el aminoácido C terminal es la asparagina (Figura 4.3.9.). Las secuencias de aminoácidos en las cadenas A y B son exclusivas de la insulina.

La insulina sérica bovina es una hormona proteica formada por dos cadenas peptídicas, A (de 21 aminoácidos de longitud) y B (de 30 aminoácidos de longitud). En cada cadena, la estructura primaria se indica mediante abreviaturas de tres letras que representan los nombres de los aminoácidos en el orden en que están presentes. El aminoácido cisteína (cys) tiene un grupo sulfhidrilo (SH) como cadena lateral. Dos grupos sulfhidrilo pueden reaccionar en presencia de oxígeno para formar un enlace disulfuro (SS). Dos enlaces disulfuro conectan las cadenas A y B, y un tercero ayuda a que la cadena A se pliegue en la forma correcta. Tenga en cuenta que todos los enlaces disulfuro tienen la misma longitud, pero se dibujan de diferentes tamaños para mayor claridad.

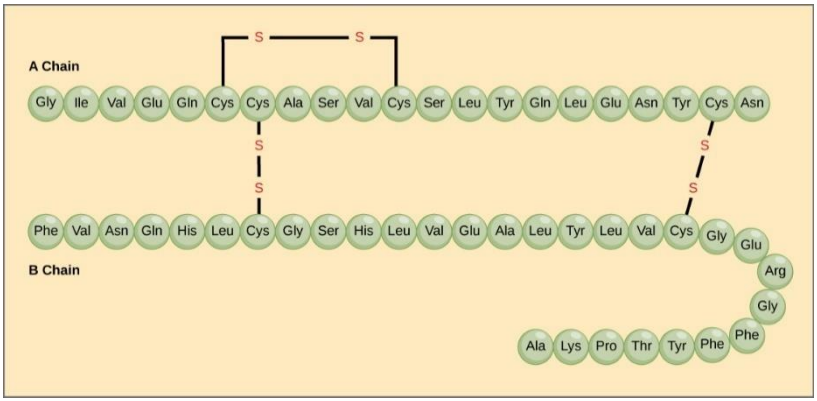


Figura 4.3.9. Insulina

La secuencia única de cada proteína está determinada en última instancia por el gen que codifica la proteína. Un cambio en la secuencia de nucleótidos de la región codificante del gen puede

llevar a que se agregue un aminoácido diferente a la cadena polipeptídica en crecimiento, provocando un cambio en la estructura y función de la proteína. En la anemia de células falciformes, la cadena *β* de la hemoglobina (una pequeña porción de la cual se muestra en la figura 4.3.10.) tiene una sustitución de un solo aminoácido, lo que provoca un cambio en la estructura y función de la proteína. Específicamente, el aminoácido ácido glutámico se sustituye por valina en el *β* cadena.

Lo más notable a considerar es que una molécula de hemoglobina se compone de dos cadenas alfa y dos cadenas beta, cada una de las cuales consta de aproximadamente 150 aminoácidos. La molécula, por tanto, tiene unos 600 aminoácidos.

La diferencia estructural entre una molécula de hemoglobina normal y una molécula de células falciformes, que reduce drásticamente la esperanza de vida, es un solo aminoácido de los 600. Lo que es aún más notable es que esos 600 aminoácidos están codificados por tres nucleótidos cada uno, y la mutación es causado por un solo cambio de base (mutación puntual), 1 en 1800 bases.

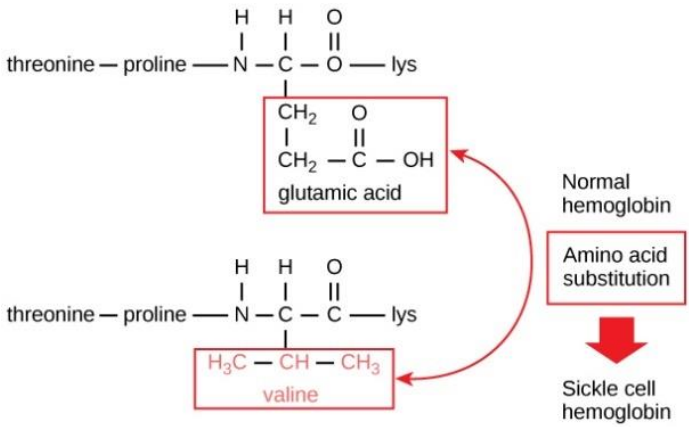


Figura 4.3.10. Hemoglobina

La cadena beta de la hemoglobina tiene 147 residuos de longitud, pero la sustitución de un solo aminoácido provoca anemia de células falciformes. En la hemoglobina normal, el aminoácido en la posición siete es el glutamato. En la hemoglobina de células falciformes, este glutamato se reemplaza por una valina.

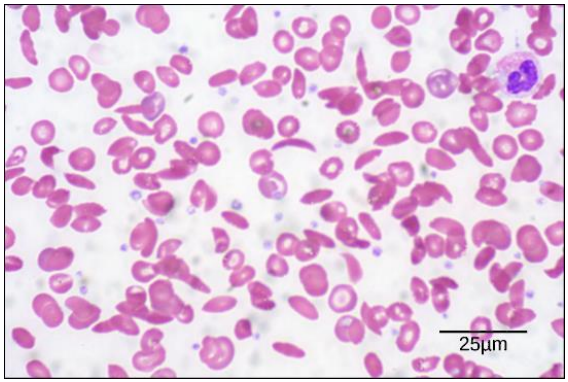


Figura 4.3.11. Frotis de sangre

Debido a este cambio de un aminoácido en la cadena, las moléculas de hemoglobina forman fibras largas que distorsionan los glóbulos rojos bicóncavos, o en forma de disco, y hacen que adopten una forma de media luna o de "hoz", lo que obstruye los vasos sanguíneos (Figura 4.3.11.). Esto puede conducir a una miríada de problemas de salud graves, como dificultad para respirar, mareos, dolores de cabeza y dolor abdominal para las personas afectadas por esta enfermedad.

En este frotis de sangre, visualizado con un aumento de 535x utilizando un microscopio de campo claro, las células falciformes tienen forma de media luna, mientras que las células normales tienen forma de disco. (crédito: modificación del trabajo de Ed Uthman; datos de barra de escala de Matt Russell)

- : **Estructura secundaria**

El plegamiento local del polipéptido en algunas regiones da lugar a la estructura secundaria de la proteína. Las más comunes son las estructuras de lámina plegada α y hélice α (4.3.12.). Ambas estructuras se mantienen unidas por enlaces de hidrógeno. En la estructura de hélice α, los enlaces de hidrógeno se forman entre el átomo de oxígeno en el grupo carbonilo en un aminoácido y otro aminoácido que está cuatro aminoácidos más adelante en la cadena.

La hélice α y la lámina plisada β son estructuras secundarias de proteínas que se forman debido a los enlaces de hidrógeno entre los grupos carbonilo y amino en el esqueleto peptídico. Ciertos

aminoácidos tienen una propensión a formar una hélice *α*, mientras que otros tienen una propensión a formar una lámina plisada *β.*

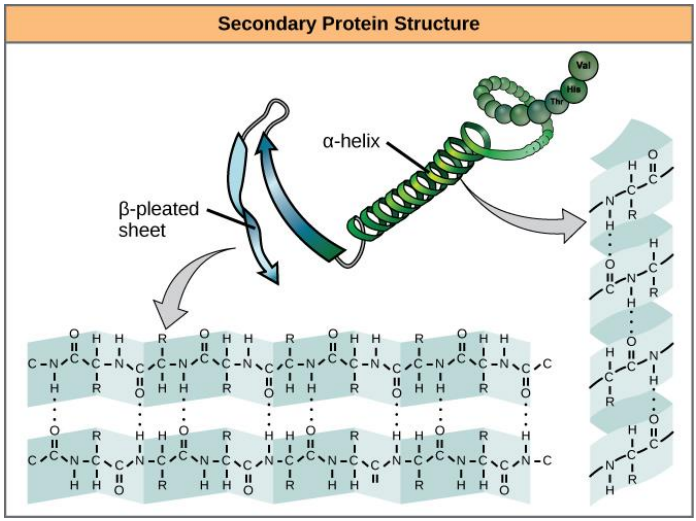


Figura 43.12. Estructura secundaria de la proteína

Cada giro helicoidal en una hélice alfa tiene 3,6 residuos de aminoácidos. Los grupos R (los grupos variantes) del polipéptido sobresalen de la cadena de hélice *α.* En la hoja plegada *β*, los "pliegues" se forman mediante enlaces de hidrógeno entre átomos en la columna vertebral de la cadena polipeptídica. Los grupos R están unidos a los carbonos y se extienden por encima y por debajo de los pliegues del pliegue. Los segmentos plegados se alinean paralelos o antiparalelos entre sí y se forman enlaces de hidrógeno entre el átomo de hidrógeno parcialmente positivo en el grupo amino y el átomo de oxígeno parcialmente negativo en el grupo carbonilo del esqueleto peptídico de las hélices *α* y *β.* Las estructuras de láminas plegadas se encuentran en la mayoría de las proteínas globulares y fibrosas y desempeñan un papel estructural importante.

- : **Estructura terciaria**

La estructura tridimensional única de un polipéptido es su **estructura terciaria** (Figura 4.3.13.). Esta estructura se debe en parte a las interacciones químicas que actúan en la cadena polipeptídica. Principalmente, las interacciones entre los grupos R crean la estructura terciaria tridimensional compleja de una

proteína. La naturaleza de los grupos R que se encuentran en los aminoácidos involucrados puede contrarrestar la formación de los enlaces de hidrógeno descritos para las estructuras secundarias estándar. Por ejemplo, los grupos R con cargas similares se repelen entre sí y los que tienen cargas diferentes se atraen (enlaces iónicos). Cuando tiene lugar el plegamiento de la proteína, los grupos R hidrofóbicos de los aminoácidos no polares se encuentran en el interior de la proteína, mientras que los grupos R hidrofílicos se encuentran en el exterior. Los primeros tipos de interacciones también se conocen como interacciones hidrofóbicas. La interacción entre las cadenas laterales de cisteína forma enlaces disulfuro en presencia de oxígeno.

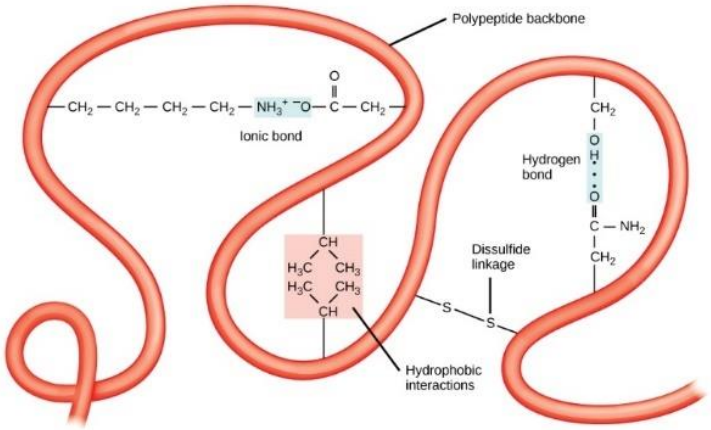


Figura 4.3.13. Estructura terciaria de la proteína

La estructura terciaria de las proteínas está determinada por una variedad de interacciones químicas. Estos incluyen interacciones hidrofóbicas, enlaces iónicos, enlaces de hidrógeno y enlaces disulfuro.

Todas estas interacciones, débiles y fuertes, determinan la forma tridimensional final de la proteína. Cuando una proteína pierde su forma tridimensional, es posible que ya no sea funcional.

- : **Estructura cuaternaria**

En la naturaleza, algunas proteínas se forman a partir de varios polipéptidos, también conocidos como subunidades, y la interacción

de estas subunidades forma la estructura cuaternaria. Las interacciones débiles entre las subunidades ayudan a estabilizar la estructura general. Por ejemplo, la insulina (una proteína globular) tiene una combinación de enlaces de hidrógeno y enlaces disulfuro que hacen que se agrupe en su mayoría en forma de bola.

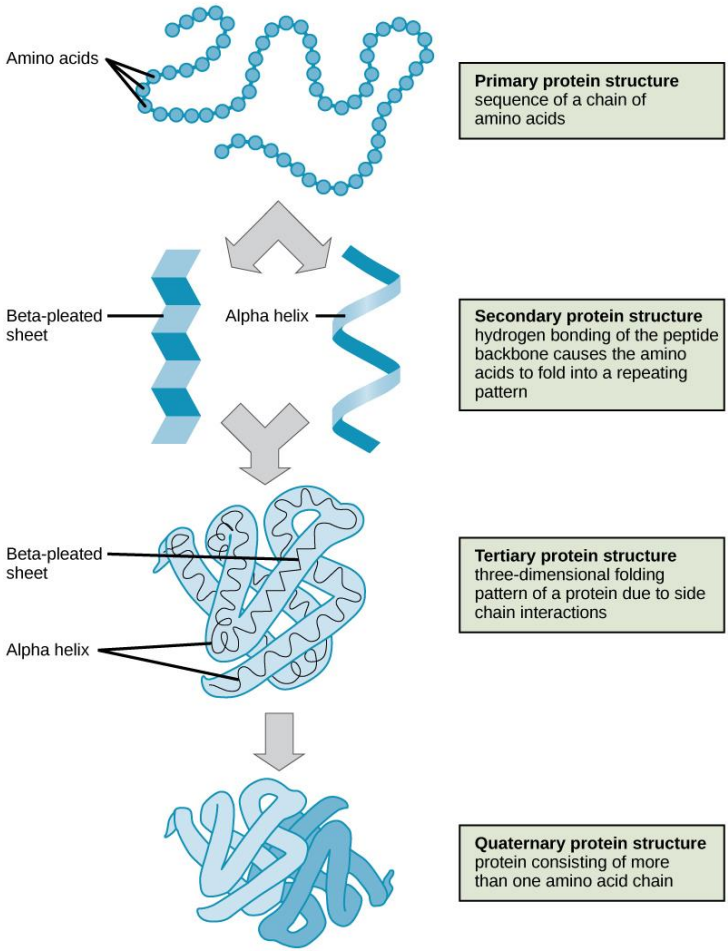


Figura 4.3.14. Estructura cuaternaria de la proteína

La insulina comienza como un solo polipéptido y pierde algunas secuencias internas en presencia de modificaciones postraduccionales después de la formación de los enlaces disulfuro que mantienen unidas las cadenas restantes. La seda (una proteína

fibrosa), sin embargo, tiene una estructura de hoja plegada β que es el resultado de los enlaces de hidrógeno entre diferentes cadenas.

Los cuatro niveles de estructura proteica (primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria) se ilustran en la figura 4.1.14. En estas ilustraciones se pueden observar los cuatro niveles de estructura proteica. (crédito: modificación del trabajo del Instituto Nacional de Investigación del Genoma Humano).

+ : **Desnaturalización y plegamiento de proteínas**

Cada proteína tiene su propia secuencia y forma únicas que se mantienen unidas por interacciones químicas. Si la proteína está sujeta a cambios de temperatura, cambios de pH o exposición a productos químicos, la estructura de la proteína puede cambiar, perdiendo su forma sin perder su secuencia primaria en lo que se conoce como desnaturalización.

La desnaturalización suele ser reversible porque la estructura primaria del polipéptido se conserva en el proceso si se elimina el agente desnaturalizante, lo que permite que la proteína reanude su función. A veces, la desnaturalización es irreversible y conduce a la pérdida de la función. Un ejemplo de desnaturalización irreversible de proteínas es cuando se fríe un huevo.

La proteína de albúmina en la clara de huevo líquida se desnaturaliza cuando se coloca en una sartén caliente. No todas las proteínas se desnaturalizan a altas temperaturas; por ejemplo, Las bacterias que sobreviven en las aguas termales tienen proteínas que funcionan a temperaturas cercanas a la ebullición. El estómago también es muy ácido, tiene un pH bajo y desnaturaliza las proteínas como parte del proceso de digestión; sin embargo, las enzimas digestivas del estómago conservan su actividad en estas condiciones.

El plegamiento de proteínas es fundamental para su función. Originalmente se pensó que las propias proteínas eran responsables del proceso de plegamiento. Solo recientemente se descubrió que a menudo reciben ayuda en el proceso de plegamiento de proteínas auxiliares conocidas como chaperonas (o chaperoninas) que se asocian con la proteína diana durante el proceso de plegamiento. Actúan evitando la agregación de

polipéptidos que forman la estructura completa de la proteína y se disocian de la proteína una vez que se pliega la proteína diana.

*** : Proteínas - desnaturalización y plegamiento de proteínas**

Cada proteína tiene su propia secuencia única de aminoácidos y las interacciones entre estos aminoácidos crean una forma específica. Esta forma determina la función de la proteína, desde digerir la proteína en el estómago hasta transportar oxígeno en la sangre.

+ : **Cambiar la forma de una proteína**

Si la proteína está sujeta a cambios de temperatura, pH o exposición a productos químicos, las interacciones internas entre los aminoácidos de la proteína pueden alterarse, lo que a su vez puede alterar la forma de la proteína. Aunque la secuencia de aminoácidos (también conocida como estructura primaria de la proteína) no cambia, la forma de la proteína puede cambiar tanto que se vuelve disfuncional, en cuyo caso la proteína se considera desnaturalizada. La pepsina, la enzima que descompone la proteína en el estómago, solo opera a un pH muy bajo. A mayor conformación de pepsina de pH, comienza a cambiar la forma en que su cadena de polipéptidos se pliega en tres dimensiones. El estómago mantiene un pH muy bajo para asegurar que la pepsina continúe digiriendo la proteína y no se desnaturalice.

Debido a que casi todas las reacciones bioquímicas requieren enzimas, y debido a que casi todas las enzimas solo funcionan de manera óptima dentro de rangos de temperatura y pH relativamente estrechos, muchos mecanismos homeostáticos regulan las temperaturas y el pH apropiados para que las enzimas puedan mantener la forma de su sitio activo.

+ : **Revertir la desnaturalización**

A menudo es posible revertir la desnaturalización porque la estructura primaria del polipéptido, los enlaces covalentes que contienen los aminoácidos en su secuencia correcta, está intacta. Una vez que se elimina el agente desnaturalizante, las interacciones originales entre los aminoácidos devuelven la proteína a su conformación original y puede reanudar su función. Sin embargo, la desnaturalización puede ser irreversible en situaciones extremas,

como freír un huevo. El calor de una sartén desnaturaliza la proteína de albúmina en la clara de huevo líquida y se vuelve insoluble. La proteína en la carne también se desnaturaliza y se vuelve firme cuando se cocina.

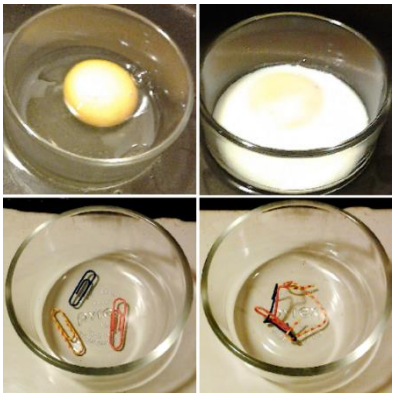


Figura 4.3.15. La desnaturalización de una proteína es ocasionalmente irreversible: (Arriba) La proteína albúmina en clara de huevo cruda y cocida. (Abajo) Una analogía de clip visualiza el proceso: cuando están reticulados, los clips ('aminoácidos ') ya no se mueven libremente; su estructura se reordena y 'desnaturaliza'.

Las proteínas chaperonas (o chaperoninas) son proteínas colaboradoras que proporcionan condiciones favorables para que se lleve a cabo el plegamiento de proteínas. Las chaperoninas se agrupan alrededor de la proteína formadora y evitan que otras cadenas polipeptídicas se agregen. Una vez que la proteína diana se pliega, las chaperoninas se desasocian.

Las bibliotecas de LibreTexts funcionan con MindTouch® y son apoyadas por el Proyecto Piloto de Libros Abiertos del Departamento de Educación, la Oficina del Rector de la Universidad de California Davis, la Biblioteca de la Universidad de California Davis, el Programa de Soluciones de Aprendizaje Económicas de la Universidad del Estado de California, y Merlot. También reconocemos el apoyo anterior de la Fundación Nacional de Ciencias bajo las subvenciones números 1246120, 1525057, y 1413739. A menos que se indique lo contrario, el contenido de LibreTexts tiene licencia de CC BY-NC-SA 3.0.

Capítulo IV : ADN, ARN y ATP.

Los ácidos nucleicos son las macromoléculas más importantes para la continuidad de la vida. Llevan el modelo genético de una célula y llevan instrucciones para el funcionamiento de la célula.

*** : Tipos de ácidos nucleicos**

Los dos tipos principales de ácidos nucleicos son el ácido desoxirribonucleico (ADN) y el ácido ribonucleico (ARN). El ADN es el material genético que se encuentra en todos los organismos vivos, desde bacterias unicelulares hasta mamíferos multicelulares. Se encuentra en el núcleo de los eucariotas y en los orgánulos, cloroplastos y mitocondrias. En procariotas, el ADN no está encerrado en una envoltura membranosa.

Todo el contenido genético de una célula se conoce como su genoma, y el estudio de los genomas es la genómica. En las células eucariotas, pero no en las procariotas, el ADN forma un complejo con proteínas histonas para formar cromatina, la sustancia de los cromosomas eucariotas. Un cromosoma puede contener decenas de miles de genes. Muchos genes contienen la información para fabricar productos proteicos; otros genes codifican productos de ARN. El ADN controla todas las actividades celulares activando o desactivando los genes.

El otro tipo de ácido nucleico, el ARN, participa principalmente en la síntesis de proteínas. Las moléculas de ADN nunca abandonan el núcleo, sino que utilizan un intermediario para comunicarse con el resto de la célula. Este intermediario es el ARN mensajero

(ARNm). Otros tipos de ARN, como el ARNr, el ARNt y el micro ARN, están involucrados en la síntesis de proteínas y su regulación.

El ADN y el ARN están formados por monómeros conocidos como nucleótidos. Los nucleótidos se combinan entre sí para formar un polinucleótido, ADN o ARN. Cada nucleótido se compone de tres componentes: una base nitrogenada, un azúcar pentosa (cinco carbonos) y un grupo fosfato (Figura 4.4.1.). Cada base nitrogenada de un nucleótido está unida a una molécula de azúcar, que está unida a uno o más grupos fosfato.

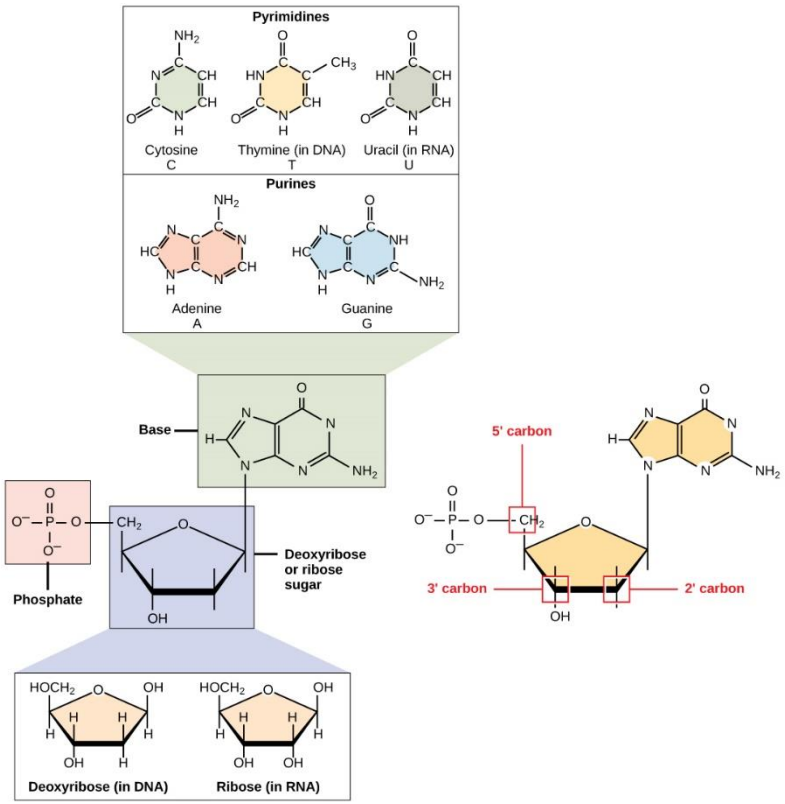


Figura 4.4.1. ADN y ARN Un nucleótido se compone de tres componentes: una base nitrogenada, un azúcar pentosa y uno o más grupos fosfato. Los residuos de carbono en la pentosa están numerados del 1 'al 5' (el número primo distingue estos residuos de los de la base, que se numeran sin usar una notación prima). La base está unida a la posición 1' de la ribosa y el fosfato está unido a la posición 5'. Cuando se forma un polinucleótido, el fosfato 5' del nucleótido entrante se une al grupo hidroxilo 3' al final de la cadena en crecimiento. Dos tipos de pentosa se encuentran en los nucleótidos, desoxirribosa (que se encuentra en el ADN) y ribosa (que se encuentra en el ARN). La desoxirribosa tiene una estructura similar a la ribosa, pero

tiene una H en lugar de un OH en la posición 2 '. Las bases se pueden dividir en dos categorías: purinas y pirimidinas. Las purinas tienen una estructura de doble anillo.

+ : **Base Nitrogenada**

Las bases nitrogenadas, componentes importantes de los nucleótidos, son moléculas orgánicas y se denominan así porque contienen carbono y nitrógeno. Son bases porque contienen un grupo amino que tiene el potencial de unirse a un hidrógeno adicional, disminuyendo así la concentración de iones de hidrógeno en su entorno, haciéndolo más básico. Cada nucleótido del ADN contiene una de cuatro posibles bases nitrogenadas: adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T).

La adenina y la guanina se clasifican como purinas. La estructura primaria de una purina son dos anillos de carbono-nitrógeno. La citosina, la timina y el uracilo se clasifican como pirimidinas que tienen un solo anillo de carbono-nitrógeno como estructura primaria (Figura 4.4.1.). Cada uno de estos anillos básicos de carbono-nitrógeno tiene diferentes grupos funcionales unidos a él. En abreviatura de biología molecular, las bases nitrogenadas se conocen simplemente por sus símbolos A, T, G, C y U. El ADN contiene A, T, G y C, mientras que el ARN contiene A, U, G y C.

+ : **Azúcar de cinco carbonos**

El azúcar pentosa en el ADN es desoxirribosa, y en el ARN, el azúcar es ribosa (Figura 4.4.1.). La diferencia entre los azúcares es la presencia del grupo hidroxilo en el segundo carbono de la ribosa y del hidrógeno en el segundo carbono de la desoxirribosa. Los átomos de carbono de la molécula de azúcar están numerados como 1', 2', 3', 4' y 5' (1' se lee como "uno primo").

+ : **Grupo Fosfato**

El residuo de fosfato está unido al grupo hidroxilo del carbono 5' de un azúcar y al grupo hidroxilo del carbono 3' del azúcar del siguiente nucleótido, lo que forma un fosfodiéster 5'–3'.

+ : **Enlace**

Enlace. El enlace fosfodiéster no se forma por una simple reacción de deshidratación como los otros enlaces que conectan monómeros en macromoléculas: su formación implica la eliminación de dos

grupos fosfato. Un polinucleótido puede tener miles de tales enlaces fosfodiéster.

*** : El conocimiento de la genética y su importancia**

Para entender lo que es la vida, lo primero que tenemos que ver es la molécula portadora de la energía para la subsistencia, la que suministra la energía para que la vida continúe, es la base de todos los organismos vivos. Para entender eso, primero hay que conocer a fondo a sus protagonistas, que son los elementos químicos básicos para la existencia de la vida.

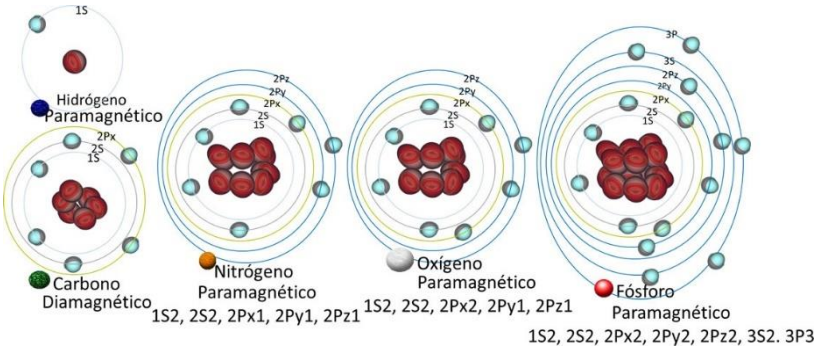
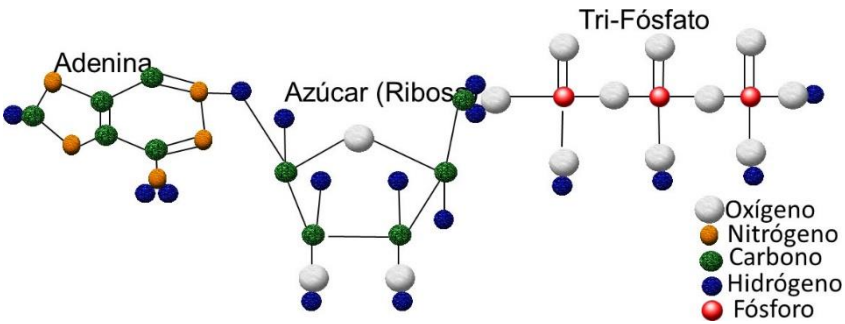


Figura 4.4.2. Distribución electrónica de los elementos químicos integrantes del ADN (ATP + Base Nitrogenada)

El ATP funciona como la base de toda la estructura, algo así como el esqueleto sobre el que se acomodan todas las variaciones de la vida misma, que están representadas como la Base Nitrogenada, que es la que determina las características de cada individuo y su ADN, de la forma como se acomoden, lleva la memoria genética que va a reproducir ese ADN mientras su portador esté con vida.

Figura 4.4.3. Descripción del AdenosinTriPhosphate (ATP)



Vemos que el Oxígeno al final de la cadena, tiene un vínculo doble con el fósforo, que completa la estabilidad (ley del octeto) de ese oxígeno, los otros dos completan su estabilidad con un hidrógeno, por su parte, el fósforo con un vínculo adicional con el otro oxígeno de la otra molécula de fosfato, completa 5 uniones y sus tres electrones en el último nivel, con eso completa 8 y su estabilidad.

La Base nitrogenada es un compuesto químico que se compone de dos elementos principales, la Purina que tiene una figura pentagonal compuesta por tres carbonos y dos nitrógenos. La Pirimidina es hexagonal, tiene cuatro carbonos y dos nitrógenos.

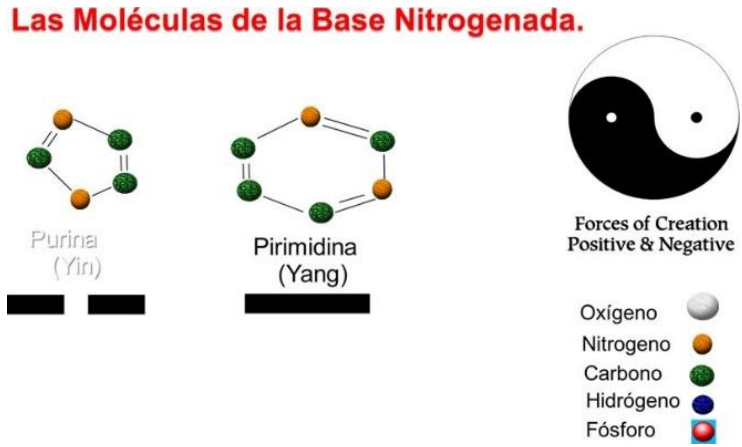


Figura 4.4.4. Base Nitrogenada del ATP

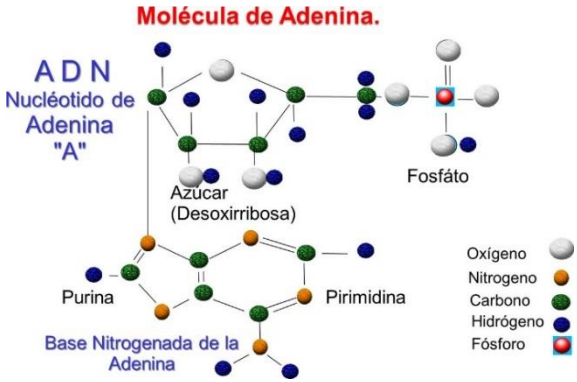
Recapitulando un poco con el tema que venimos tratando a lo largo de este trabajo, con el ATP se repite esa trilogía que usa la naturaleza para diseñar todos los procesos. La Purina y la Pirimidina son integrados por la Fuerza energética generada por los tres fosfatos y esa combinación aleatoria representa todos los escalones del genoma de todos los seres vivos, que denominamos como el ADN.

Como vimos, en Oriente existe la tradición que emula esa trilogía, los denominan el Yin y el Yan que son unidos por la fuerza representada por el Taijitu, consideradas como la base de la vida, en la parte anterior, nosotros vimos que las energías positivas de los fotones y negativas de los neutrinos se unen a las partículas con fuerza magnética para formar los Quarks, que, a su vez, forman los átomos y estos a la materia y la antimateria que conforma todo el universo.

Estas moléculas adquieren átomos de nitrógeno, e hidrógeno y se entrelazan con un azúcar (desoxirribosa) y un fosfato (monofosfato) para conformar otras moléculas que definen la configuración genética de todos los seres vivos, la Adenina, la Citocina, la Guanina y la Timina en el ADN o Uracilo en el ARN.

+ : **La adenina,** está conformada por un azúcar (Desoxirribosa) y un fosfáto (monofosfáto), tiene además su base nitrogenada compuesta por la Purina que está unida a un hidrógeno y la Pirimidina que se une a un nitrógeno y tres hidrógenos.

Figura 4.4.5. Molécula de Adenina.



+ : **La guanina,** igual que la Adenina, está conformada por las dos bases nitrogenadas, un nitrógeno y cuatro hidrógenos, pero adicionalmente tiene un oxígeno que la hace muy sensible a la influencia de cualquier tipo de energía.

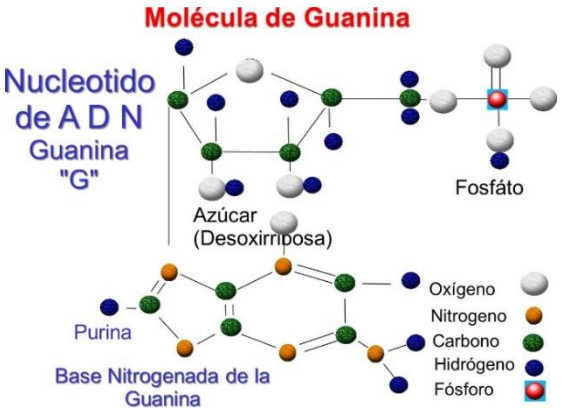


Figura 4.4.6. Molécula de Guanina

+ : **La Citosina,** está compuesta sólo de la Pirimidina como base nitrogenada, unida a un nitrógeno, cuatro hidrógenos y un oxígeno que lo hace también muy inestable ante cualquier energía.

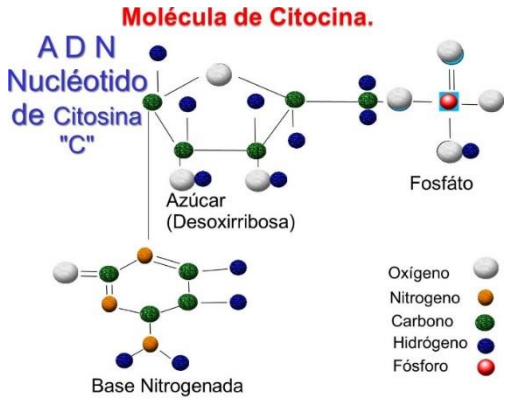


Figura 4.4.7. Molécula de Citocina

+ : **La Timina,** en el ADN, igual que la citosina, tiene solo una base nitrogenada, pero está unida a un carbono en lugar del nitrógeno, unida también a cinco hidrógenos y a dos oxígenos.

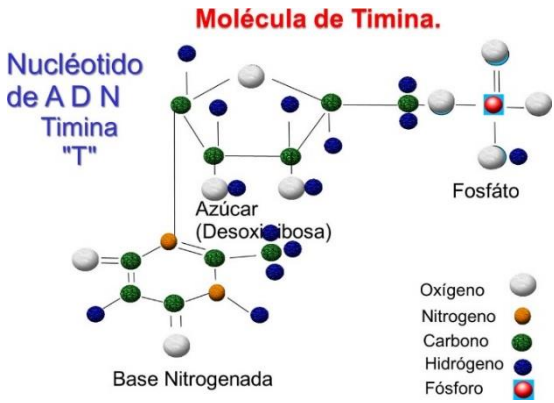


Figura 4.4.8. Molécula de Timina

+ : **El Uracilo**, en el ARN, se conforma igual que la timina pero se vincula a un difosfato, camino al mitocondrio para establecer el adenosintrifosfato.

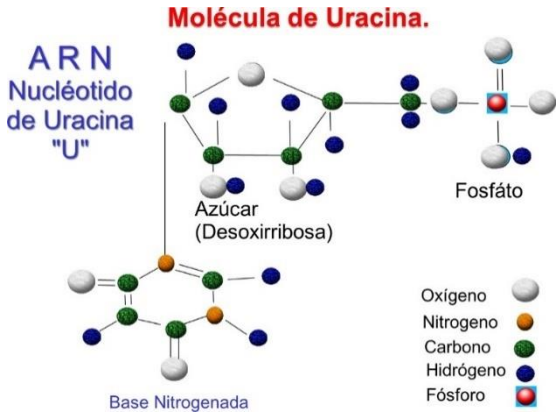


Figura 4.4.9. Molécula de Uracina

Estos nucleótidos establecen una especie de escalera en la que los laterales están compuestos por moléculas de Azúcar (Desoxi-ribosa) y Fosfatos (Monofosfatos) y los entrepaños las moléculas de Adenina, Citosina, Guanina y Timina, establecidos en forma caprichosa por la naturaleza, quien es la que determina nuestra conformación genética y cada conjunto de cuatro entrepaños forman los aminoácidos y lo denominamos Cromosoma y su clasificación se realiza como "Gen".

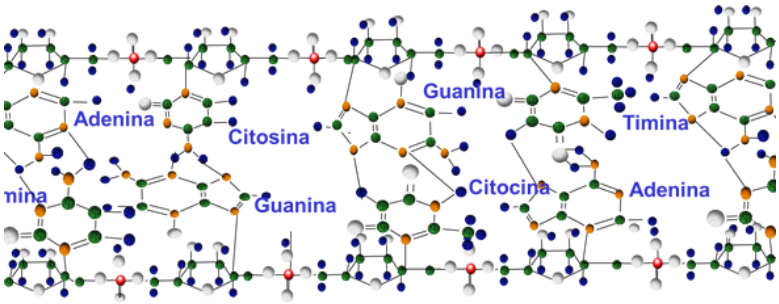


Figura 4.4.10. Representación electrónica de la doble helice del ADN

Se está armando mucha publicidad ante el anuncio de la publicación del mapa del Genoma humano, o sea un mapa de las más de 500 mil combinaciones que se derivan con los 23 aminoácidos base, en la que aparecen todos los detalles que conforman nuestra existencia, abriendo posibilidades para resolver problemas con enfermedades y su manipulación tiene a muchos, hablando de la posible fabricación industrial de la vida. Sobre ese tema hay mucho que hablar, sobre

todo, que con eso se invade un terreno que hasta ahora es desconocido y que nosotros hemos tocado muy someramente, el tema de la fuerza vital, esa fuerza que, por decirlo de alguna manera, es la que promueve la vida

La mayor parte de los libros modernos los representan gráficamente con colores de acuerdo con una tabla predeterminada, de esta manera se facilita su presentación, pero es necesario saber que es cada cosa para entender todos esos colores y figuras.

La conformación de los cromosomas determina la clasificación de los aminoácidos que son los que conforman los genes en los que se clasifican todos los seres vivos, (la memoria genética de los seres humanos está calculada en unos 500 mil genes), en la mayoría de las religiones este tema es dogmático y se le atribuye a Dios la posibilidad de generar la vida.

No pretendemos adentrarnos en este conflicto de creencias, que se puede convertir en algo interminable, pero si nos interesa demostrar físicamente lo que es considerado dogma, porque entendiendo esto, entendemos muchas cosas que intervienen en la rutina de nuestra vida.

+ : **Estructura de doble hélice del ADN**

El ADN tiene una estructura de doble hélice (Figura 4.4.11.). El azúcar y el fosfato se encuentran en el exterior de la hélice, formando la columna vertebral del ADN. Las bases nitrogenadas se apilan en el interior, como los peldaños de una escalera, por parejas; los pares están unidos entre sí por enlaces de hidrógeno. Cada par de bases en la doble hélice está separado del siguiente par de bases por 0,34 nm.

Los dos hilos de la hélice corren en direcciones opuestas, lo que significa que el extremo de carbono 5 'de un hilo estará frente al extremo de carbono 3' de su hilo correspondiente. (Esto se conoce como orientación antiparalela y es importante para la replicación del ADN y en muchas interacciones de ácidos nucleicos).

El ADN nativo es una doble hélice antiparalela. El esqueleto de fosfato (indicado por las líneas curvas) está en el exterior y las bases están en el interior. Cada base de una hebra interactúa mediante

enlaces de hidrógeno con una base de la hebra opuesta. (crédito: Jerome Walker/Dennis Myts)

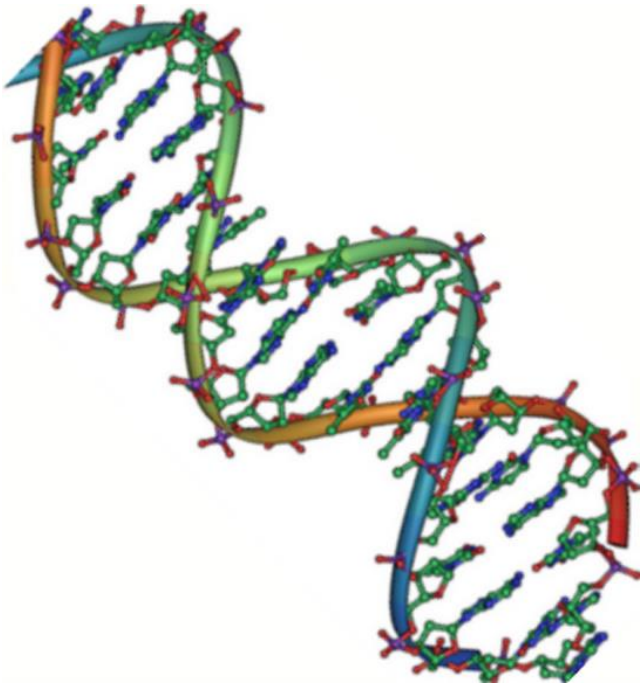


Figura 4.4.11. Otra representación gráfica de la doble hélice del ADN

Solo se permiten ciertos tipos de emparejamiento de bases. Por ejemplo, cierta purina solo puede emparejarse con cierta pirimidina. Esto significa que A puede emparejarse con T y G puede emparejarse con C, como se muestra en la figura 3.35. Esto se conoce como la regla básica complementaria. En otras palabras, las hebras de ADN son complementarias entre sí. Si la secuencia de una cadena es AATTGGCC, la cadena complementaria tendría la secuencia TTAACCGG. Durante la replicación del ADN, cada hebra se copia, lo que da como resultado una doble hélice de ADN hija que contiene una hebra de ADN parental y una hebra recién sintetizada.

En una molécula de ADN de doble hebra, las dos hebras corren en sentido antiparalelo entre sí, de modo que una va de 5' a 3' y la otra de 3' a 5'. La columna vertebral de fosfato se encuentra en el exterior y las bases están en el medio. La adenina forma enlaces de hidrógeno (o pares de bases) con la timina y los pares de bases de la guanina con la citosina.

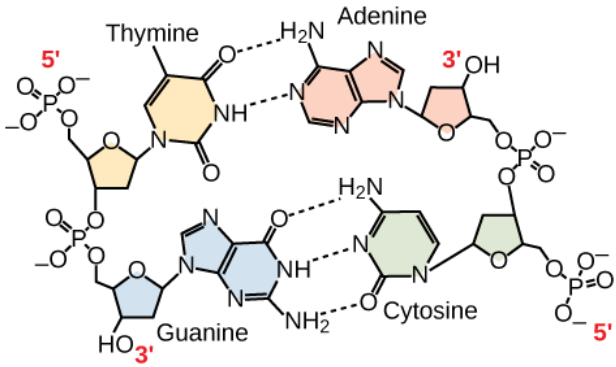


Figura 4.4.12. Representación de un escalón del ADN

+ : ARN

El ácido ribonucleico, o ARN, participa principalmente en el proceso de síntesis de proteínas bajo la dirección del ADN. El ARN suele ser monocatenario y está formado por ribonucleótidos que están unidos por enlaces fosfodiéster. Un ribonucleótido en la cadena de ARN contiene ribosa (el azúcar pentosa), una de las cuatro bases nitrogenadas (A, U, G y C) y el grupo fosfato.

Hay cuatro tipos principales de ARN: ARN mensajero (ARNm), ARN ribosómico (ARNr), ARN de transferencia (ARNt) y microARN (miARN). El primero, el ARNm, lleva el mensaje del ADN, que controla todas las actividades celulares en una célula. Si una célula requiere que se sintetice cierta proteína, el gen de este producto se "activa" y el ARN mensajero se sintetiza en el núcleo.

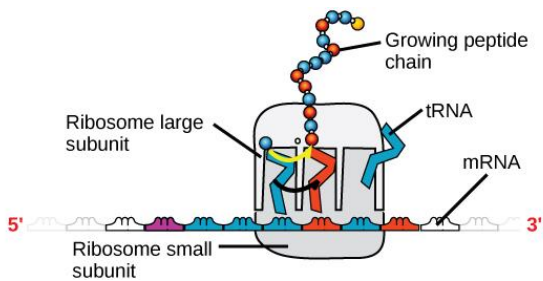


Figura 4.4.13. ARN

La secuencia de bases del ARN es complementaria a la secuencia codificante del ADN del que se ha copiado. Sin embargo, en el ARN, la base T está ausente y en su lugar está presente la U. Si la cadena

de ADN tiene una secuencia AATTGCGC, la secuencia del ARN complementario es UUAACGCG. En el citoplasma, el mRNA interactúa con los ribosomas y otra maquinaria celular (Figura 4.4.13.).

Figura 4.4.14. Molécula de ARN

Un ribosoma tiene dos partes: una subunidad grande y una subunidad pequeña. El ARNm se encuentra entre las dos subunidades. Una molécula de ARNt reconoce un codón en el ARNm, se une a él mediante el emparejamiento de bases complementarias y agrega el aminoácido correcto a la cadena peptídica en crecimiento.

El ARNm se lee en conjuntos de tres bases conocidas como codones. Cada codón codifica para un solo aminoácido. De esta forma, se lee el ARNm y se elabora el producto proteico. El ARN ribosómico (ARNr) es un constituyente principal de los ribosomas a los que se une el ARNm. El rRNA asegura la correcta alineación del mRNA y los ribosomas; el ARNr del ribosoma también tiene actividad enzimática (peptidil transferasa) y cataliza la formación de enlaces peptídicos entre dos aminoácidos alineados.

ARN de transferencia (ARNt) es uno de los más pequeños de los cuatro tipos de ARN, generalmente de 70 a 90 nucleótidos de largo. Lleva el aminoácido correcto al sitio de síntesis de proteínas. Es el apareamiento de bases entre el ARNt y el ARNm lo que permite insertar el aminoácido correcto en la cadena

polipeptídica. Los microARN son las moléculas de ARN más pequeñas y su función implica la regulación de la expresión génica al interferir con la expresión de ciertos mensajes de ARNm. La tabla 3.2 resume las características del ADN y el ARN.

Características del ADN y el ARN.

	ADN	**ARN**
Función	Lleva información genética.	Participa en la síntesis de proteínas
Ubicación	Permanece en el núcleo	Sale del núcleo
Estructura	Doble hélice	Generalmente monocatenario
Azúcar	desoxirribosa	Ribosa
Pirimidinas	Citosina, timina	Citosina, uracilo
purinas	adenina, guanina	adenina, guanina

Tabla 4.4.2

Aunque el ARN es monocatenario, la mayoría de los tipos de ARN muestran un apareamiento de bases intramolecular extenso entre secuencias complementarias, creando una estructura tridimensional predecible esencial para su función.

Como has aprendido, el flujo de información en un organismo tiene lugar desde el ADN hasta el ARN y la proteína. El ADN dicta la estructura del ARNm en un proceso conocido como transcripción, y el ARN dicta la estructura de la proteína en un proceso conocido como traducción. Esto se conoce como el Dogma Central de la Vida, que es válido para todos los organismos; sin embargo, se producen excepciones a la regla en relación con las infecciones virales.

+ : **Funcionamiento con el atp**

Una excitación externa sobre cualquiera de sus integrantes, modifica fácilmente esa molécula, ya que todos son paramagnéticos. De esta manera, al recibir la influencia de un fotón, en los oxígenos o en el hidrógeno, la recibe el fósforo que se carga positivamente y sus electrones excitados (con mayor carga positiva), comienzan a pasarse al orbital siguiente "D", lo que desestabiliza la molécula y libera los oxígenos que también liberan fotones y se unen para formar O_3 (Ozono), el Fósforo al quedar solo se convierte en fósforo inorgánico y queda también libre buscando reiniciar el proceso metabólico. El ATP pasa a ser una molécula de ADP.

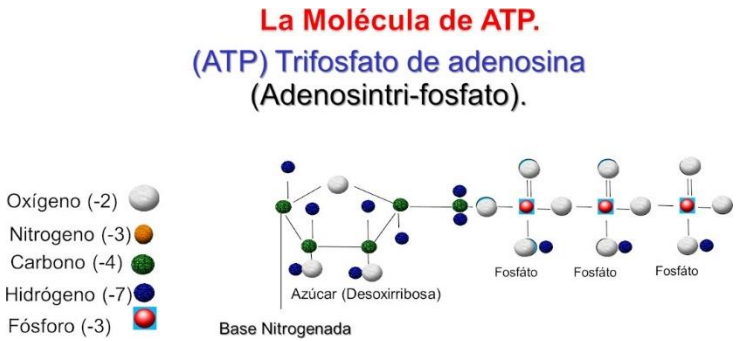


Figura 4.4.15. ATP

+ : **Organizar elementos químicos como alimento para conservar la vida.**

Para producir el ATP se necesita de mucha energía, por eso la naturaleza en su perfección, estableció una extensa cadena que toma la toma del sol, la sintetiza con varios elementos químicos, la transforma y luego la provee a los seres vivos en forma de alimento.

Con ese fin, creo a tres elementos que realizan esas funciones, el ATP, la Porfirina y la energía proveniente del sol. Es un complicado proceso en dos etapas, primero la porfirina como Clorofila realiza la fotosíntesis en los vegetales para producir carbohidratos para concentrar la energía y suministrársela como alimento a los organismos animados, luego ellos con la porfirina como parte del grupo Hemo los convierten en la energía necesaria para realizar su metabolismo.

+ : Porfirinas

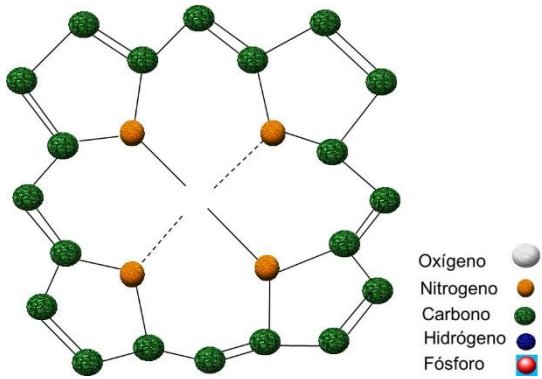


Figura 4.4.16. Estructura de la Porfirina

La estructura de las porfirinas posee anillos formados por hidrocarburos en su mayoría causantes de las reacciones electrolíticas (nucleofílicas y electrofílicas) a las que se ven sometidas las porfirinas que de acuerdo con la densidad electrónica se experimentan en las posiciones meso y el anillo reducido del pirrol. Estos anillos son estructuras compartidas entre la clorofila y la hemoglobina.

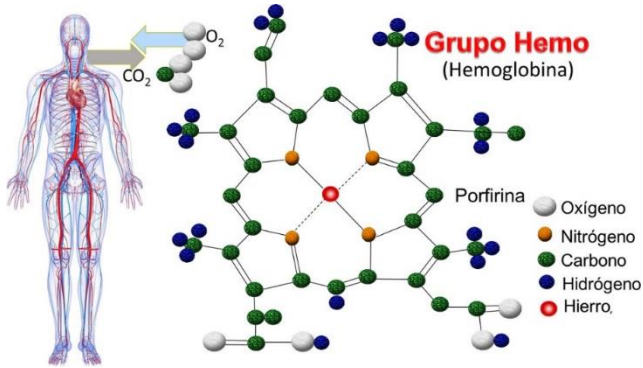


Figura 4.4.17. Hemoglobina

Las porfirinas, llamadas pigmentos de vida, son muy importantes desde el punto de vista biológico. Se derivan de la unión de cuatro unidades de pirrol (C_4N), unidas en posiciones α a través de puentes -CH = (metino). Las porfirinas no se derivan del pirrol y si de un

sistema aromático estable. Entonces el pirrol es el término más simple de porfirina.

Las porfirinas difieren entre sí en la naturaleza por el número y la posición de los sustituyentes en el anillo de porfirina, y en el tipo de metal en el centro de la estructura, que puede ser un átomo de hierro, magnesio; cobre; vanadio; cobalto; níquel; y manganeso.

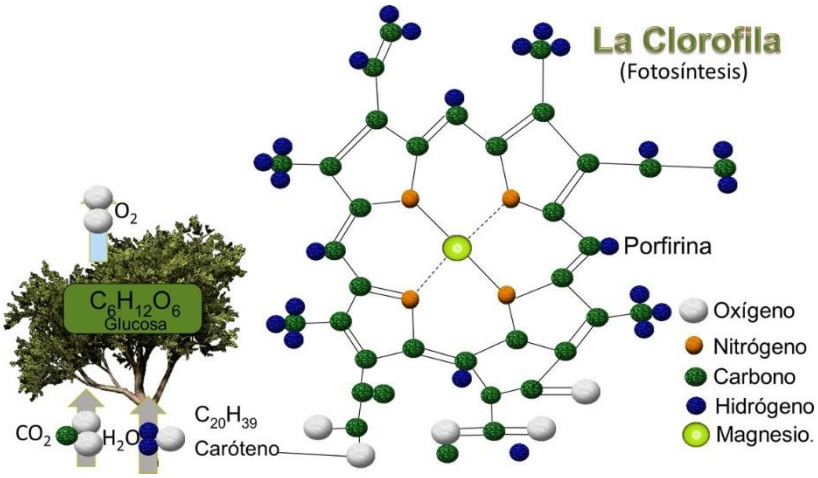


Figura 4.4.18. Clorofila

Por ejemplo, tenemos las siguientes porfirinas: hemoproteína de clorofila; Hemoglobina de glóbulos rojos; citocromos de células de organismo aeróbico; y catalasa de todos los seres vivos, excepto los microorganismos anaeróbicos.

Capítulo V : Teoría celular

*** : La Célula, la base de la vida**

Los microscopios que usamos hoy en día son mucho más complejos que los que usaba en el siglo XVII Antony van Leeuwenhoek, un comerciante holandés que tenía una gran habilidad en la fabricación de lentes. A pesar de las limitaciones de sus ahora antiguas lentes, van Leeuwenhoek observó los movimientos de organismos unicelulares, a los que colectivamente denominó "animálculos".

En una publicación de 1665 llamada *Micrographia*, el científico experimental Robert Hooke acuñó el término "célula" para las estructuras en forma de caja que observaba al ver el tejido de corcho a través de una lente. En la década de 1670, van Leeuwenhoek descubrió bacterias y protozoos. Avances posteriores en lentes, construcción de microscopios y técnicas de tinción permitieron a otros científicos ver algunos componentes dentro de las células.

A fines de la década de 1830, el botánico Matthias Schleiden y el zoólogo Theodor Schwann estaban estudiando los tejidos y propusieron la teoría de la célula unificada, que establece que todos los seres vivos están compuestos por una o más células, la célula es la unidad básica de la vida y las nuevas células surgen a partir de ellas. celdas existentes. Posteriormente, Rudolf Virchow hizo importantes contribuciones a esta teoría.

*** : Procariotas**

Las células se dividen en una de dos amplias categorías: procariotas y eucariotas. Solo los organismos predominantemente unicelulares de los dominios Bacteria y Archaea se clasifican como procariotas

(pro- = “antes”; -kary- = “núcleo”). Las células de animales, plantas, hongos y protistas son todas eucariotas (eu- = “verdadero”) y tienen un núcleo.

+ : Componentes de las células procariotas

Todas las células comparten cuatro componentes comunes: 1) una membrana plasmática, una cubierta exterior que separa el interior de la célula del entorno que la rodea; 2) citoplasma, que consiste en un citosol gelatinoso dentro de la célula en el que se encuentran otros componentes celulares; 3) ADN, el material genético de la célula; y 4) ribosomas, que sintetizan proteínas. Sin embargo, las procariotas se diferencian de las células eucariotas en varios aspectos.

Un procariota es un organismo simple, unicelular (unicelular) que carece de núcleo o cualquier otro orgánulo delimitado por una membrana. Pronto veremos que esto es significativamente diferente en los eucariotas. El ADN procariótico se encuentra en una parte central de la célula: el nucleoide (Figura 4.5.1.).

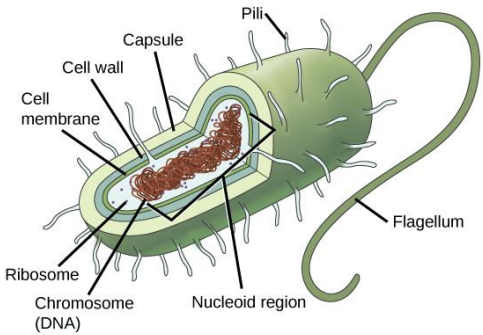


Figura 4.5.1. Célula Procariota

Esta figura muestra la estructura generalizada de una célula procariótica. Todos los procariotas tienen ADN cromosómico localizado en un nucleoide, ribosomas, una membrana celular y una pared celular. Las otras estructuras que se muestran están presentes en algunas bacterias, pero no en todas.

La mayoría de los procariotas tienen una pared celular de peptidoglicano y muchos tienen una cápsula de polisacárido (Figura 4.5.1.). La pared celular actúa como una capa extra de protección, ayuda a la célula a mantener su forma y previene la

deshidratación. La cápsula permite que la célula se adhiera a las superficies de su entorno. Algunas procariotas tienen flagelos, pili o fimbrias. Los flagelos se utilizan para la locomoción. Los pili se utilizan para intercambiar material genético durante un tipo de reproducción llamado conjugación. Las bacterias utilizan las fimbrias para adherirse a una célula huésped.

*** : Tamaño de celda**

Con un diámetro de 0,1 a 5,0 µm, las células procariotas son significativamente más pequeñas que las células eucariotas, que tienen diámetros que oscilan entre 10 y 100 µm (Figura 4.5.2.). El pequeño tamaño de los procariotas permite que los iones y las moléculas orgánicas que entran en ellos se difundan rápidamente a otras partes de la célula. De manera similar, cualquier desecho producido dentro de una célula procariótica puede difundirse rápidamente. Este no es el caso de las células eucariotas, que han desarrollado diferentes adaptaciones estructurales para mejorar el transporte intracelular.

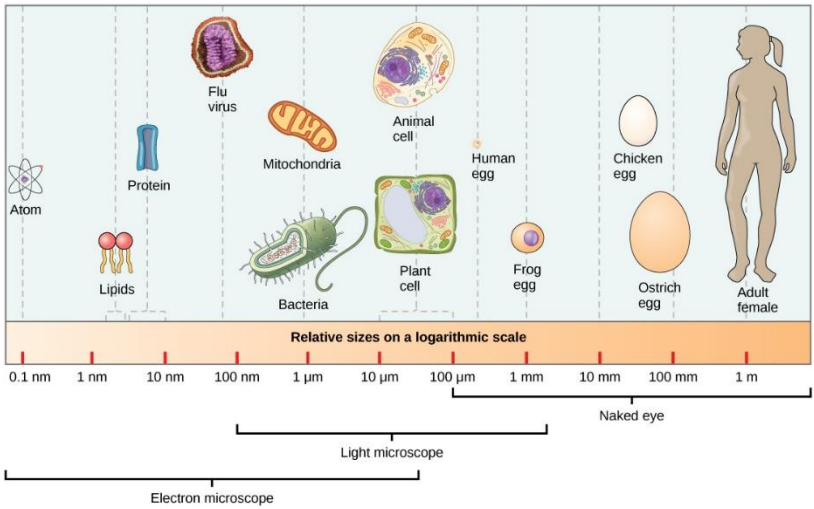


Figura 4.5.2. Cuadro representativo del tamaño de la célula

Esta figura muestra los tamaños relativos de los microbios en una escala logarítmica (recuerde que cada unidad de aumento en una escala logarítmica representa un aumento de 10 veces en la cantidad que se mide).

El tamaño pequeño, en general, es necesario para todas las células, ya sean procariotas o eucariotas. Examinemos por qué es así. Primero, consideraremos el área y el volumen de una celda típica. No todas las células tienen forma esférica, pero la mayoría tiende a aproximarse a una esfera. Tal vez recuerdes de tu curso de geometría de la escuela secundaria que la fórmula para el área de la superficie de una esfera es $4\pi r^2$, mientras que la fórmula para su volumen es $4\pi r^{3/3}$.

Así, a medida que aumenta el radio de una celda, su área de superficie aumenta como el cuadrado de su radio, pero su volumen aumenta como el cubo de su radio (mucho más rápido). Por lo tanto, a medida que una célula aumenta de tamaño, la relación entre el área superficial y el volumen disminuye. Este mismo principio se aplicaría si la celda tuviera la forma de un cubo.

Si la célula crece demasiado, la membrana plasmática no tendrá suficiente área de superficie para soportar la velocidad de difusión requerida para el aumento de volumen. En otras palabras, a medida que crece una célula, se vuelve menos eficiente. Una forma de volverse más eficiente es dividir. Otras formas son aumentar el área de la superficie mediante plegamientos de la membrana celular, volverse planos o delgados y alargados, o desarrollar orgánulos que realicen tareas específicas. Estas adaptaciones conducen al desarrollo de células más sofisticadas llamadas células eucariotas.

Además del volumen de la célula, el tamaño de la célula también es importante para la supervivencia. Como se mencionó antes, la mayoría de las células tienen una forma aproximadamente esférica. Esto se debe a que una esfera es la forma con la mayor relación de área de superficie a volumen. A medida que los nutrientes se difunden en la célula, una esfera es la forma donde los nutrientes tendrían que viajar la menor distancia para llegar al centro. Esto es importante porque los nutrientes y los desechos siempre se intercambian en la periferia de la célula. Cuanto más corta es la distancia que tienen que viajar estos nutrientes y desechos, más rápido es el intercambio de estas moléculas.

Observe que a medida que aumenta el tamaño de una célula, su relación entre el área superficial y el volumen disminuye. Cuando no

hay un área de superficie suficiente para soportar el volumen creciente de una célula, una célula se dividirá o morirá.

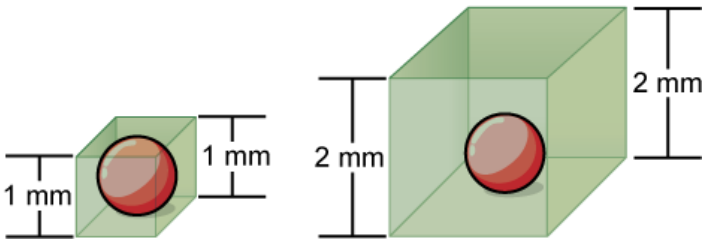


Figura 4.5.3.

La celda de la izquierda tiene un volumen de 1 mm^3 y un área superficial de 6 mm^2, con una relación de área superficial a volumen de 6 a 1, mientras que la celda de la derecha tiene un volumen de 8 mm^3 y un área de superficie de 24 mm^2, con una relación de área de superficie a volumen de 3 a 1.

*** : Eucariotas**

“La forma sigue a la función”? Es una filosofía practicada en muchas industrias. En arquitectura, esto significa que los edificios deben construirse para soportar las actividades que se llevarán a cabo en su interior. Por ejemplo, un rascacielos debe construirse con varios bancos de ascensores; un hospital debe construirse de manera que su sala de emergencia sea fácilmente accesible.

Nuestro mundo natural también utiliza el principio de que la forma sigue a la función, especialmente en biología celular, y esto quedará claro a medida que exploremos las células eucariotas (Figura 4.5.4.). A diferencia de las células procariotas, las células eucariotas tienen: 1) un núcleo delimitado por una membrana; 2) numerosos orgánulos unidos a la membrana, como el retículo endoplásmico, el aparato de Golgi, los cloroplastos, las mitocondrias y otros; y 3) varios cromosomas en forma de bastón.

Debido a que el núcleo de una célula eucariota está rodeado por una membrana, a menudo se dice que tiene un “núcleo verdadero”. La palabra "orgánulo" significa "pequeño órgano" y, como ya se mencionó, los orgánulos tienen funciones celulares especializadas, al igual que los órganos de su cuerpo tienen funciones especializadas.

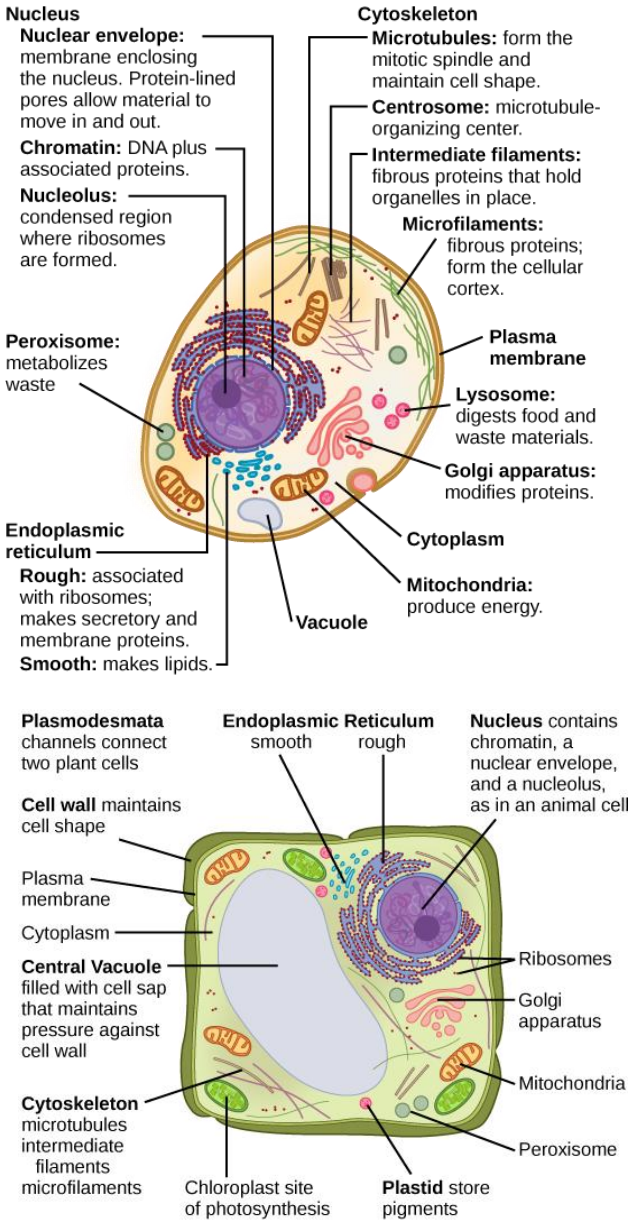


Figura 4.5.4. Eucariotas

En este punto, debe quedar claro que las células eucariotas tienen una estructura más compleja que las células procariotas. Los orgánulos permiten compartimentar diferentes funciones en diferentes áreas de la célula. Antes de pasar a los orgánulos,

examinemos primero dos componentes importantes de la célula: la membrana plasmática y el citoplasma.

Estas figuras muestran los orgánulos principales y otros componentes celulares de (a) una célula animal típica y (b) una célula vegetal eucariota típica. La célula vegetal tiene una pared celular, cloroplastos, plástidos y una vacuola central, estructuras que no se encuentran en las células animales. La mayoría de las células vegetales no tienen lisosomas ni centrosomas.

+ : La membrana de plasma

Al igual que los procariotas, las células eucariotas tienen una membrana plasmática (Figura 4.5.5.), una bicapa de fosfolípidos con proteínas incrustadas que separa el contenido interno de la célula del entorno que la rodea. Un fosfolípido es una molécula lipídica con dos cadenas de ácidos grasos y un grupo que contiene fosfato.

La membrana plasmática controla el paso de moléculas orgánicas, iones, agua y oxígeno dentro y fuera de la célula. Los desechos (como el dióxido de carbono y el amoníaco) también salen de la célula al pasar a través de la membrana plasmática.

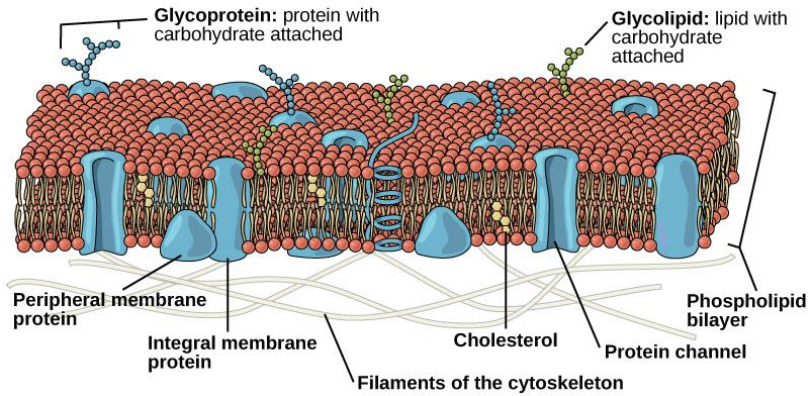


Figura 4.5.5. Membrana Plasmática

La membrana plasmática eucariótica es una bicapa de fosfolípidos con proteínas y colesterol incrustados en ella.

Las membranas plasmáticas de las células que se especializan en la absorción se pliegan en proyecciones similares a dedos llamadas

microvellosidades (singular = microvellosidades); (Figura 4.10). Tales células se encuentran típicamente recubriendo el intestino delgado, el órgano que absorbe los nutrientes de los alimentos digeridos. Este es un excelente ejemplo de función de seguimiento de forma. Las personas con enfermedad celíaca tienen una respuesta inmune al gluten, que es una proteína que se encuentra en el trigo, la cebada y el centeno. La respuesta inmune daña las microvellosidades y, por lo tanto, las personas afectadas no pueden absorber los nutrientes. Esto conduce a la desnutrición, calambres y diarrea. Los pacientes celíacos deben seguir una dieta sin gluten.

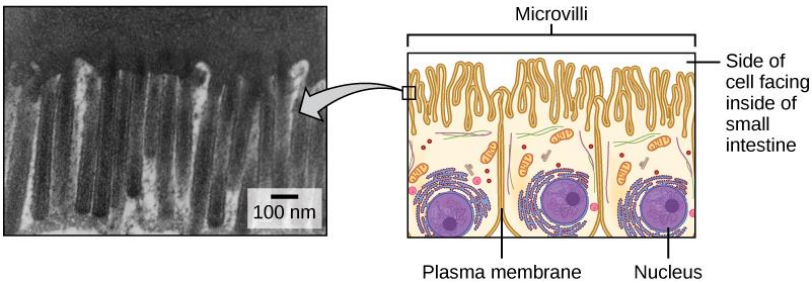


Figura 4.5.6. Membrana celular

Las microvellosidades, que se muestran aquí tal como aparecen en las células que recubren el intestino delgado, aumentan el área de superficie disponible para la absorción. Estas microvellosidades solo se encuentran en el área de la membrana plasmática que mira hacia la cavidad desde la cual se absorberán las sustancias. (crédito "micrografía": modificación del trabajo de Louisa Howard)

+ : El citoplasma

El **citoplasma** es la región completa de una célula entre la membrana plasmática y la envoltura nuclear (una estructura que se discutirá en breve). Está formado por orgánulos suspendidos en el **citosol** similar a un gel, el citoesqueleto y varias sustancias químicas (Figura 4.5.6.) Aunque el citoplasma se compone de 70 a 80 por ciento de agua, tiene una consistencia semisólida, que proviene de las proteínas que contiene. Sin embargo, las proteínas no son las únicas moléculas orgánicas que se encuentran en el citoplasma. Allí también se encuentran glucosa y otros azúcares simples, polisacáridos, aminoácidos, ácidos nucleicos, ácidos grasos y derivados del glicerol. Los iones de sodio, potasio, calcio y muchos otros

elementos también se disuelven en el citoplasma. Muchas reacciones metabólicas, incluida la síntesis de proteínas, tienen lugar en el citoplasma.

+ : **El núcleo**

Por lo general, el núcleo es el orgánulo más prominente de una célula (Figura 4.5.4.). El núcleo (plural = núcleos) alberga el ADN de la célula y dirige la síntesis de ribosomas y proteínas. Veámoslo con más detalle (Figura 4.5.7.).

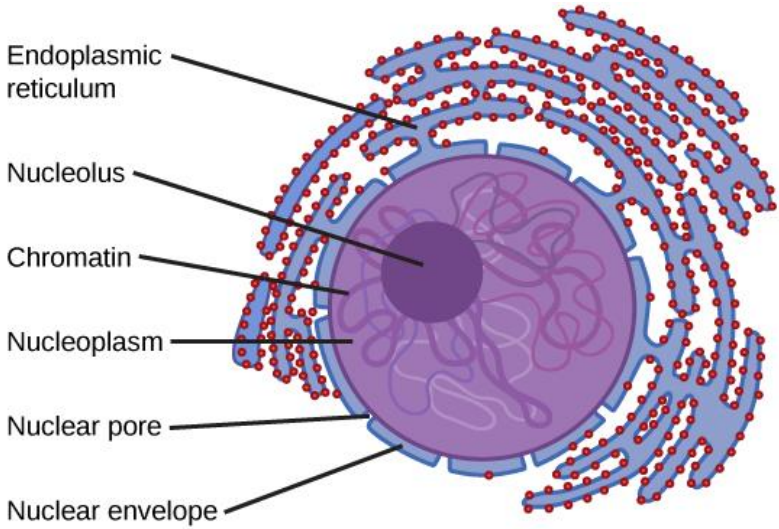


Figura 4.5.7. El Núcleo

El núcleo almacena cromatina (ADN más proteínas) en una sustancia similar a un gel llamada nucleoplasma. El nucléolo es una región condensada de cromatina donde se produce la síntesis de ribosomas. El límite del núcleo se llama envoltura nuclear. Consta de dos bicapas de fosfolípidos: una membrana externa y una membrana interna. La membrana nuclear se continúa con el retículo endoplásmico. Los poros nucleares permiten que las sustancias entren y salgan del núcleo.

- : La envoltura nuclear

La **envoltura nuclear** es una estructura de doble membrana que constituye la porción más externa del núcleo (Figura 4.5.7.). Tanto la

membrana interna como la externa de la envoltura nuclear son bicapas de fosfolípidos.

La envoltura nuclear está salpicada de poros que controlan el paso de iones, moléculas y ARN entre el nucleoplasma y el citoplasma. El **nucleoplasma** es el fluido semisólido del interior del núcleo, donde encontramos la cromatina y el nucléolo.

- **: Cromatina y cromosomas**

Para comprender la cromatina, es útil considerar primero los cromosomas. **Los cromosomas** son estructuras dentro del núcleo que se componen de ADN, el material hereditario. Tal vez recuerde que, en los procariotas, el ADN está organizado en un solo cromosoma circular. En eucariotas, los cromosomas son estructuras lineales. Cada especie eucariota tiene un número específico de cromosomas en el núcleo de cada célula. Por ejemplo, en los humanos, el número de cromosomas es 46, mientras que en las moscas de la fruta es ocho.

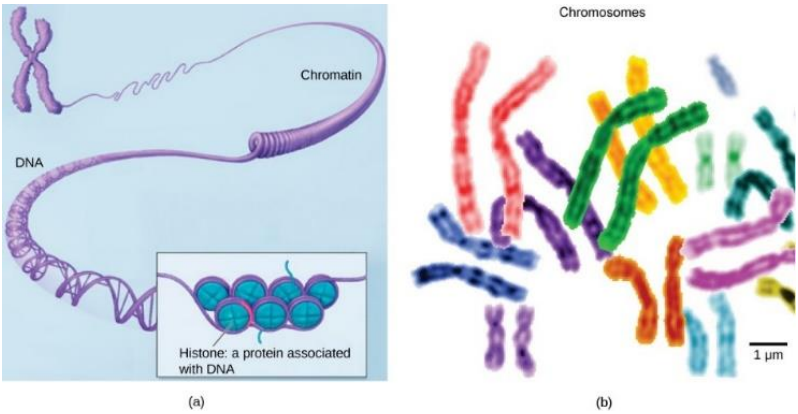


Figura 4.5.8. Cromosomas

Los cromosomas solo son visibles y distinguibles entre sí cuando la célula se está preparando para dividirse. Cuando la célula se encuentra en las fases de crecimiento y mantenimiento de su ciclo de vida, las proteínas se unen a los cromosomas y se asemejan a un montón de hilos desenrollados y revueltos. Estos complejos proteína-cromosoma desenrollados se denominan cromatina (Figura 4.5.8.); la cromatina describe el material que forma los cromosomas tanto cuando se condensa como cuando se descondensa.

- : El nucleolo

Ya sabemos que el núcleo dirige la síntesis de los ribosomas, pero ¿cómo lo hace? Algunos cromosomas tienen secciones de ADN que codifican ARN ribosómico. Un área de tinción oscura dentro del núcleo llamada **nucléolo** (plural = nucléolo) agrega el ARN ribosómico con proteínas asociadas para ensamblar las subunidades ribosómicas que luego se transportan a través de los poros en la envoltura nuclear al citoplasma.

+ : Ribosomas

Los ribosomas son las estructuras celulares responsables de la síntesis de proteínas. Cuando se observan a través de un microscopio electrónico, los ribosomas aparecen como racimos (polirribosomas) o pequeños puntos individuales que flotan libremente en el citoplasma. Pueden estar unidos al lado citoplasmático de la membrana plasmática o al lado citoplasmático del retículo endoplásmico y la membrana externa de la envoltura nuclear (Figura 4.5.8.).

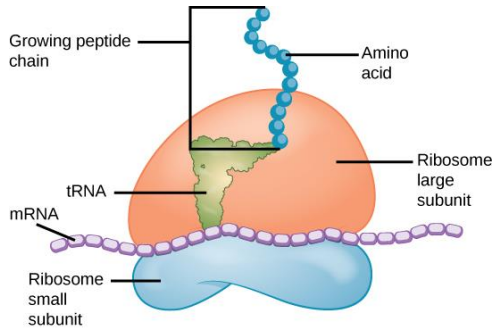


Figura 4.5.9. Ribosoma

La microscopía electrónica nos ha mostrado que los ribosomas, que son grandes complejos de proteína y ARN, constan de dos subunidades, acertadamente llamadas grande y pequeña (Figura 4.5.9.). Los ribosomas reciben sus "órdenes" para la síntesis de proteínas desde el núcleo donde el ADN se transcribe en ARN mensajero (ARNm). El mRNA viaja a los ribosomas, que traducen el código provisto por la secuencia de las bases nitrogenadas en el mRNA en un orden específico de aminoácidos en una proteína. Los aminoácidos son los componentes básicos de las proteínas.

Los ribosomas están formados por una subunidad grande (arriba) y una subunidad pequeña (abajo). Durante la síntesis de proteínas, los ribosomas ensamblan aminoácidos en proteínas.

Dado que la síntesis de proteínas es una función esencial de todas las células (incluidas las enzimas, las hormonas, los anticuerpos, los pigmentos, los componentes estructurales y los receptores de superficie), los ribosomas se encuentran prácticamente en todas las células. Los ribosomas son particularmente abundantes en las células que sintetizan grandes cantidades de proteínas. Por ejemplo, el páncreas es responsable de crear varias enzimas digestivas y las células que producen estas enzimas contienen muchos ribosomas. Por lo tanto, vemos otro ejemplo de forma que sigue a la función.

+ : **Mitocondrias**

Las mitocondrias (singular = mitocondria) a menudo se denominan "centrales eléctricas" o "fábricas de energía" de las células vegetales y animales porque son responsables de producir trifosfato de adenosina (ATP), la principal molécula transportadora de energía de la célula.

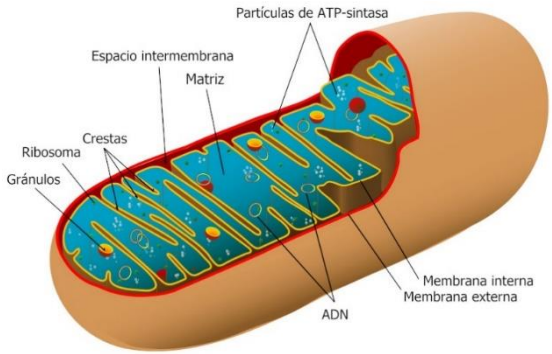


Figura 4.5.10. Mitocondria

ATP representa la energía almacenada a corto plazo de la célula. La respiración celular es el proceso de producir ATP utilizando la energía química que se encuentra en la glucosa y otros nutrientes. En las mitocondrias, este proceso utiliza oxígeno y produce dióxido de carbono como producto de desecho. De hecho, el dióxido de carbono que exhalas con cada respiración proviene de

las reacciones celulares que producen dióxido de carbono como subproducto.

De acuerdo con nuestro tema de la forma que sigue a la función, es importante señalar que las células musculares tienen una concentración muy alta de mitocondrias que producen ATP. Sus células musculares necesitan mucha energía para mantener su cuerpo en movimiento. Cuando sus células no reciben suficiente oxígeno, no producen mucho ATP. En cambio, la pequeña cantidad de ATP que producen en ausencia de oxígeno se acompaña de la producción de ácido láctico.

Las mitocondrias son orgánulos de doble membrana de forma ovalada (Figura 4.5.10.) que tienen sus propios ribosomas y ADN. Cada membrana es una bicapa de fosfolípidos incrustada con proteínas. La capa interna tiene pliegues llamados crestas. El área rodeada por los pliegues se denomina matriz mitocondrial. Las crestas y la matriz tienen funciones diferentes en la respiración celular.

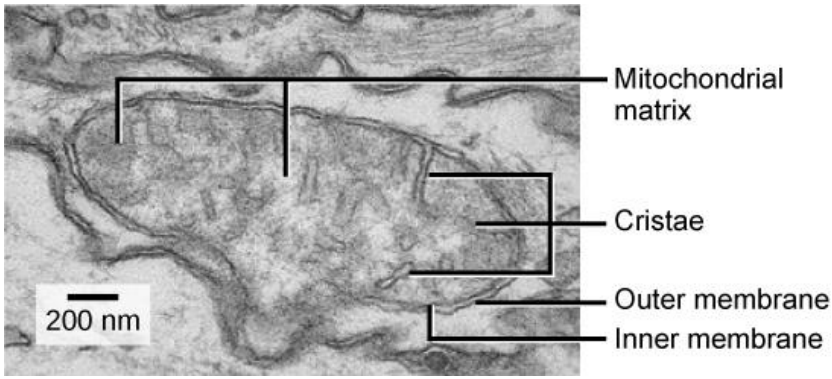


Figura 4.5.10a.

Esta micrografía electrónica muestra una mitocondria vista con un microscopio electrónico de transmisión. Este orgánulo tiene una membrana externa y una membrana interna. La membrana interna contiene pliegues, llamados crestas, que aumentan su superficie. El espacio entre las dos membranas se llama espacio intermembrana, y el espacio dentro de la membrana interna se llama matriz mitocondrial. La síntesis de ATP tiene lugar en la membrana interna. (crédito: modificación del trabajo de Matthew Britton; datos de barra de escala de Matt Russell)

+ : **Peroxisomas**

Los peroxisomas son orgánulos pequeños y redondos encerrados por una sola membrana. Llevan a cabo reacciones de oxidación que descomponen los ácidos grasos y los aminoácidos. También desintoxican muchos venenos que pueden entrar en el cuerpo. (Muchas de estas reacciones de oxidación liberan peróxido de hidrógeno, H_2O_2, que sería perjudicial para las células; sin embargo, cuando estas reacciones se limitan a los peroxisomas, las enzimas descomponen el H_2O_2 de forma segura en oxígeno y agua). Glioxisomas, que son peroxisomas especializados en las plantas, se encargan de convertir las grasas almacenadas en azúcares.

+ : **Vesículas y Vacuolas**

Las vesículas y las vacuolas son sacos unidos a la membrana que funcionan en el almacenamiento y el transporte. Aparte del hecho de que las vacuolas son algo más grandes que las vesículas, existe una distinción muy sutil entre ellas: las membranas de las vesículas pueden fusionarse con la membrana plasmática o con otros sistemas de membrana dentro de la célula. Además, algunos agentes, como las enzimas dentro de las vacuolas de las plantas, descomponen las macromoléculas. La membrana de una vacuola no se fusiona con las membranas de otros componentes celulares.

+ : **Células animales versus células vegetales**

En este punto, sabes que cada célula eucariota tiene una membrana plasmática, citoplasma, núcleo, ribosomas, mitocondrias, peroxisomas y, en algunos, vacuolas, pero existen algunas diferencias notables entre las células animales y las vegetales. Si bien tanto las células animales como las vegetales tienen centros organizadores de microtúbulos (MTOC), las células animales también tienen centriolos asociados con el MTOC: un complejo llamado centrosoma. Cada una de las células animales tiene un centrosoma y lisosomas, mientras que la mayoría de las células vegetales no los tienen. Las células vegetales tienen una pared celular, cloroplastos y otros plástidos especializados y una gran vacuola central, mientras que las células animales no.

+ : **El centrosoma**

El centrosoma es un centro organizador de microtúbulos que se encuentra cerca de los núcleos de las células animales. Contiene un par de centríolos, dos estructuras que se encuentran perpendiculares entre sí (Figura 4.5.11.). Cada centríolo es un cilindro de nueve tripletes de microtúbulos.

El centrosoma consta de dos centríolos que se encuentran en ángulo recto entre sí. Cada centríolo es un cilindro formado por nueve tripletes de microtúbulos. Las proteínas no tubulinas (indicadas por las líneas verdes) mantienen unidos los tripletes de microtúbulos.

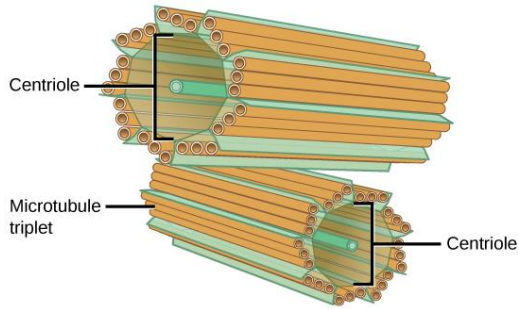


Figura 4.5.11. Centríolos

El centrosoma (el orgánulo donde se originan todos los microtúbulos) se replica a sí mismo antes de que la célula se divida, y los centriolos parecen desempeñar algún papel en la tracción de los cromosomas duplicados hacia los extremos opuestos de la célula en división. Sin embargo, la función exacta de los centriolos en la división celular no está clara, porque las células a las que se les ha quitado el centrosoma aún pueden dividirse, y las células vegetales, que carecen de centrosomas, son capaces de dividirse.

+ : Lisosomas

Las células animales tienen otro conjunto de orgánulos que no se encuentran en la mayoría de las células vegetales: los lisosomas. Los lisosomas son el "triturador de basura" de la célula. En las células vegetales, los procesos digestivos tienen lugar en vacuolas. Las enzimas dentro de los lisosomas ayudan a descomponer proteínas, polisacáridos, lípidos, ácidos nucleicos e incluso orgánulos desgastados. Estas enzimas son activas a un pH mucho más bajo que el del citoplasma. Por lo tanto, el pH dentro de los lisosomas es más ácido que el pH del citoplasma. Muchas

reacciones que tienen lugar en el citoplasma no podrían ocurrir a un pH bajo, por lo que nuevamente, la ventaja de compartimentar la célula eucariota en orgánulos es evidente.

+ : La pared celular

Si examina la Figura 4.5.4**,** el diagrama de una célula vegetal, verá una estructura externa a la membrana plasmática llamada pared celular. La pared celular es una cubierta rígida que protege a la célula, proporciona soporte estructural y le da forma. Las células fúngicas y de protistas también tienen paredes celulares. Mientras que el componente principal de las paredes de las células procarióticas es el peptidoglucano, la principal molécula orgánica en la pared de las células vegetales es la celulosa (Figura 4.5.12.), un polisacárido formado por unidades de glucosa. ¿Alguna vez has notado que cuando muerdes una verdura cruda, como el apio, cruje? Eso es porque estás rasgando las paredes celulares rígidas de las células de apio con tus dientes.

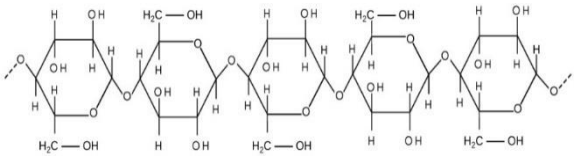


Figura 4.5.12. Celulosa en las Procarioticas

La celulosa es una cadena larga de moléculas de β-glucosa conectadas por un enlace 1-4. Las líneas discontinuas en cada extremo de la figura indican una serie de muchas más unidades de glucosa. El tamaño de la página hace que sea imposible representar una molécula de celulosa completa.

+ : Cloroplastos

Al igual que las mitocondrias, los cloroplastos tienen su propio ADN y ribosomas, pero los cloroplastos tienen una función completamente diferente. **Los cloroplastos** son orgánulos de células vegetales que realizan la fotosíntesis. La fotosíntesis es la serie de reacciones que utilizan dióxido de carbono, agua y energía luminosa para producir glucosa y oxígeno. Esta es una gran diferencia entre plantas y animales; las plantas (autótrofas) pueden producir su propio alimento, como los azúcares que se utilizan en la respiración celular para proporcionar la energía ATP generada en las

mitocondrias de las plantas. Los animales (heterótrofos) deben ingerir su alimento.

Al igual que las mitocondrias, los cloroplastos tienen membranas externa e interna, pero dentro del espacio encerrado por la membrana interna de un cloroplasto hay un conjunto de sacos de membrana llenos de líquido interconectados y apilados llamados tilacoides (Figura 4.5.13.). Cada pila de tilacoides se llama granum (plural = grana). El líquido encerrado por la membrana interna que rodea la grana se llama estroma.

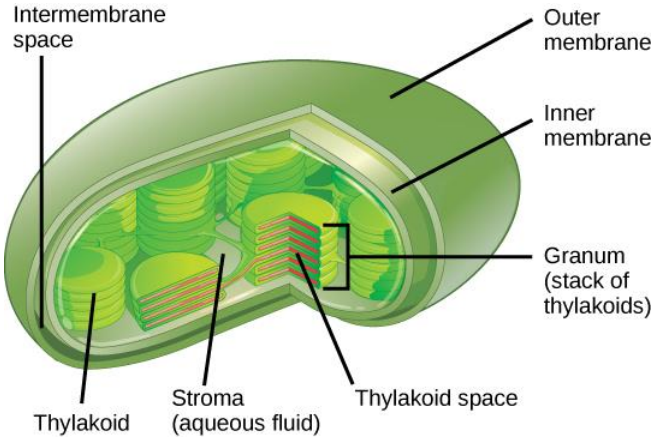


Figura 4.5.13. Cloroplastos

El cloroplasto tiene una membrana externa, una membrana interna y estructuras de membrana llamadas tilacoides que se apilan en grana. El espacio dentro de las membranas tilacoides se llama espacio tilacoidal. Las reacciones de captación de luz tienen lugar en las membranas de los tilacoides y la síntesis de azúcar tiene lugar en el líquido dentro de la membrana interna, que se denomina estroma. Los cloroplastos también tienen su propio genoma, que está contenido en un solo cromosoma circular.

Los cloroplastos contienen un pigmento verde llamado clorofila, que capta la energía luminosa que impulsa las reacciones de la fotosíntesis. Al igual que las células vegetales, los protistas fotosintéticos también tienen cloroplastos. Algunas bacterias realizan la fotosíntesis, pero su clorofila no está relegada a un orgánulo.

*** : Conexión de evolución**

+ : **Endosimbiosis**

Hemos mencionado que tanto las mitocondrias como los cloroplastos contienen ADN y ribosomas. ¿Te has preguntado por qué? Fuerte evidencia apunta a la endosimbiosis como la explicación.

La simbiosis es una relación en la que los organismos de dos especies distintas dependen unos de otros para su supervivencia. La endosimbiosis (endo- = "dentro") es una relación mutuamente beneficiosa en la que un organismo vive dentro del otro. Las relaciones endosimbióticas abundan en la naturaleza. Ya hemos mencionado que los microbios que producen vitamina K viven dentro del intestino humano. Esta relación es beneficiosa para nosotros porque somos incapaces de sintetizar la vitamina K. También es beneficiosa para los microbios porque están protegidos de otros organismos y de la desecación, y reciben alimento abundante del entorno del intestino grueso.

Los científicos han notado durante mucho tiempo que las bacterias, las mitocondrias y los cloroplastos tienen un tamaño similar. También sabemos que las bacterias tienen ADN y ribosomas, al igual que las mitocondrias y los cloroplastos. Los científicos creen que las células huésped y las bacterias formaron una relación endosimbiótica cuando las células huésped ingirieron bacterias aeróbicas y autótrofas (cianobacterias) pero no las destruyeron. A lo largo de muchos millones de años de evolución, estas bacterias ingeridas se volvieron más especializadas en sus funciones, convirtiéndose las bacterias aeróbicas en mitocondrias y las bacterias autótrofas en cloroplastos.

+ : **La vacuola central**

Anteriormente, mencionamos las vacuolas como componentes esenciales de las células vegetales. Si observa la Figura 4.5.4b**,** verá que cada una de las células vegetales tiene una gran vacuola central que ocupa la mayor parte del área de la célula. La vacuola central juega un papel clave en la regulación de la concentración de agua de la célula en condiciones ambientales cambiantes. ¿Alguna vez has notado que, si olvidas regar una planta durante unos días, se

marchita? Esto se debe a que, a medida que la concentración de agua en el suelo se vuelve más baja que la concentración de agua en la planta, el agua sale de las vacuolas centrales y del citoplasma. A medida que la vacuola central se encoge, deja la pared celular sin soporte. Esta pérdida de apoyo a las paredes celulares de las células vegetales da como resultado la apariencia marchita de la planta.

La vacuola central también apoya la expansión de la célula. Cuando la vacuola central contiene más agua, la célula crece sin tener que invertir mucha energía en sintetizar nuevo citoplasma.

*** : El retículo endoplásmico**

Las proteínas secretoras y de membrana se sintetizan en el retículo endoplásmico rugoso (RER). El RER también modifica a veces las proteínas. En esta ilustración, una proteína de membrana integral (verde) se modifica mediante la unión de un carbohidrato (púrpura) en el RE. Las vesículas con la proteína integral brotan del RE y se fusionan con la cara cis del aparato de Golgi. A medida que la proteína pasa a lo largo de las cisternas del aparato de Golgi, se modifica aún más mediante la adición de más carbohidratos. Una vez que se completa su síntesis, sale como una proteína de membrana integral de las vesículas que brotan de la cara trans del aparato de Golgi**.**

Cuando la vesícula se fusiona con la membrana celular, la proteína se convierte en una parte integral de esa membrana celular. (crédito: modificación del trabajo de Magnus Manske). El sistema de endomembranas (endo = “dentro”) es un grupo de membranas y orgánulos (Figura 4.5.14.) en las células eucariotas que trabajan juntos para modificar, empaquetar y transportar lípidos y proteínas. Incluye la envoltura nuclear, los lisosomas y las vesículas, que ya hemos mencionado, y el retículo endoplásmico y el aparato de Golgi, que trataremos en breve. Aunque técnicamente no está *dentro de* la célula, la membrana plasmática está incluida en el sistema de endomembranas porque, como verá, interactúa con los otros orgánulos endomembranosos. El sistema de endomembranas no incluye las membranas de las mitocondrias o los cloroplastos.

El retículo endoplásmico (RE) (Figura 4.5.15.) es una serie de túbulos y sacos membranosos interconectados que modifican

colectivamente las proteínas y sintetizan los lípidos. Sin embargo, estas dos funciones se realizan en áreas separadas del RE: el RE rugoso y el RE liso, respectivamente.

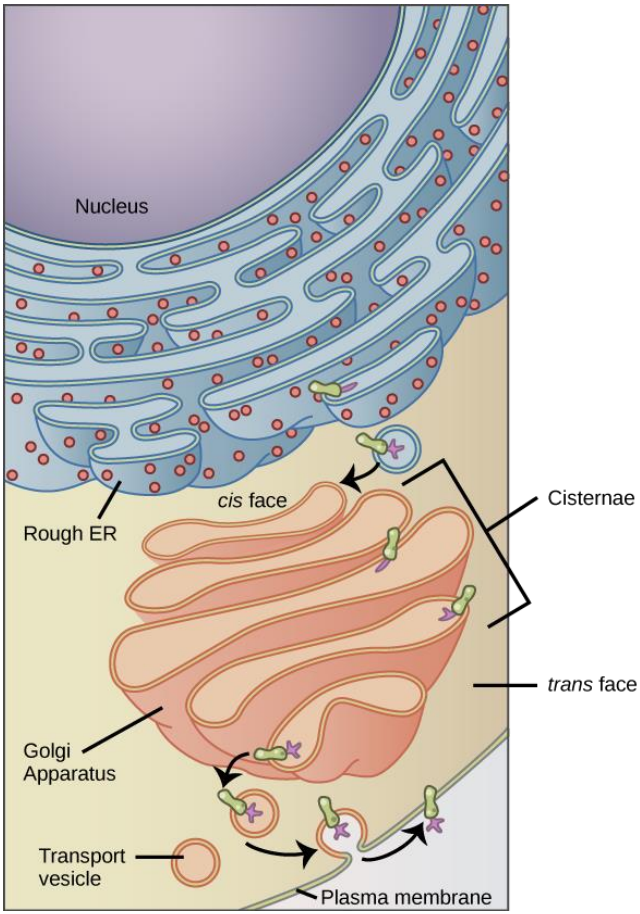


Figura 4.5.14. Retículo Endoplasmático

La porción hueca de los túbulos del RE se denomina lumen o espacio cisternal. La membrana del RE, que es una bicapa de fosfolípidos incrustada con proteínas, se continúa con la envoltura nuclear.

+ : **Urgencias ásperas**

Esta micrografía electrónica de transmisión muestra el retículo endoplásmico rugoso y otros orgánulos en una célula pancreática. (crédito: modificación del trabajo de Louisa Howard)

El retículo endoplásmico rugoso (RER) se llama así porque los ribosomas adheridos a su superficie citoplasmática le dan una apariencia tachonada cuando se observa a través de un microscopio electrónico (Figura 4.5.15.).

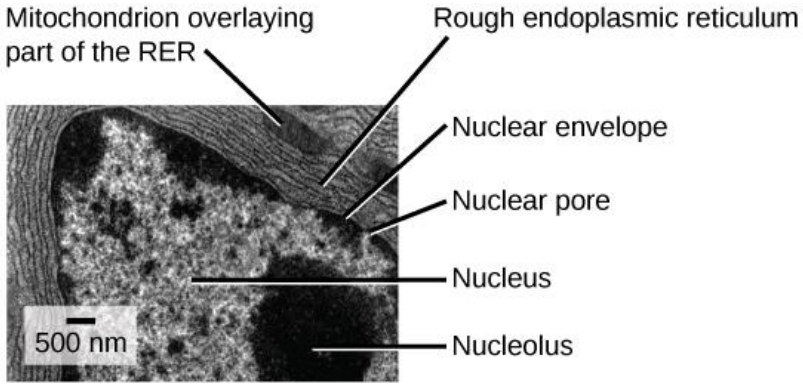


Figura 4.5.15. Retículo Endoplasmático

Los ribosomas transfieren sus proteínas recién sintetizadas a la luz del RER, donde sufren modificaciones estructurales, como el plegamiento o la adquisición de cadenas laterales. Estas proteínas modificadas se incorporarán a las membranas celulares (la membrana del RE o las de otros orgánulos) o serán secretadas por la célula (como hormonas proteicas, enzimas). El RER también produce fosfolípidos para las membranas celulares.

Si los fosfolípidos o las proteínas modificadas no están destinados a permanecer en el RER, llegarán a sus destinos a través de vesículas de transporte que brotan de la membrana del RER (Figura 4.5.15.).

Dado que el RER se dedica a modificar las proteínas (como las enzimas, por ejemplo) que serán secretadas por la célula, sería correcto suponer que el RER abunda en las células que secretan proteínas. Este es el caso de las células del hígado, por ejemplo.

+ : **Urgencias lisas**

El retículo endoplásmico liso (SER) se continúa con el RER pero tiene pocos o ningún ribosoma en su superficie citoplasmática (Figura 4.5.14.). Las funciones del SER incluyen la síntesis de carbohidratos, lípidos y hormonas esteroides; desintoxicación de medicamentos y venenos; y almacenamiento de iones de calcio.

En las células musculares, un SER especializado llamado retículo sarcoplásmico es responsable del almacenamiento de los iones de calcio que se necesitan para desencadenar las contracciones coordinadas de las células musculares.

+ : El aparato de Golgi

Ya hemos mencionado que las vesículas pueden brotar del RE y transportar su contenido a otra parte, pero ¿adónde van las vesículas? Antes de llegar a su destino final, los lípidos o proteínas dentro de las vesículas de transporte aún deben clasificarse, empaquetarse y etiquetarse para que terminen en el lugar correcto. La clasificación, etiquetado, empaquetado y distribución de lípidos y proteínas tiene lugar en el aparato de Golgi (también llamado cuerpo de Golgi), una serie de membranas aplanadas (Figura 4.5.16.).

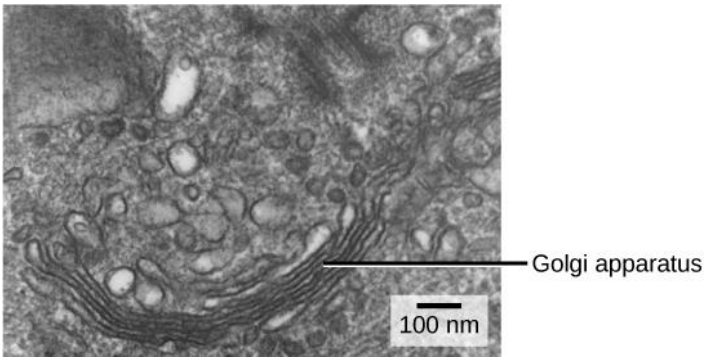


Figura 4.5.16. Aparato de Golgi

El aparato de Golgi en este glóbulo blanco se ve como una pila de anillos aplanados semicirculares en la parte inferior de la imagen. Se pueden ver varias vesículas cerca del aparato de Golgi. (crédito: modificación del trabajo de Louisa Howard).

El lado receptor del aparato de Golgi se llama cara *cis*. El lado opuesto se llama cara *trans*. Las vesículas de transporte que se formaron a partir del RE viajan a la cara *cis*, se fusionan con ella y vacían su contenido en la luz del aparato de Golgi. A medida que las proteínas y los lípidos viajan a través del aparato de Golgi, sufren más modificaciones que les permiten clasificarse. La modificación

más frecuente es la adición de cadenas cortas de moléculas de azúcar. Estas proteínas y lípidos recién modificados luego se etiquetan con grupos fosfato u otras moléculas pequeñas para que puedan enrutarse a sus destinos adecuados.

Finalmente, las proteínas modificadas y marcadas se empaquetan en vesículas secretoras que brotan de la cara *trans* del aparato de Golgi. Mientras que algunas de estas vesículas depositan su contenido en otras partes de la célula donde serán utilizadas, otras vesículas secretoras se fusionan con la membrana plasmática y liberan su contenido fuera de la célula.

En otro ejemplo de forma que sigue a la función, las células que participan en una gran cantidad de actividad secretora (como las células de las glándulas salivales que secretan enzimas digestivas o las células del sistema inmunitario que secretan anticuerpos) tienen abundante Golgi.

En las células vegetales, el aparato de Golgi tiene la función adicional de sintetizar polisacáridos, algunos de los cuales se incorporan a la pared celular y otros se utilizan en otras partes de la célula.

+ : **Lisosomas**

Además de su función como componente digestivo y centro de reciclaje de orgánulos de las células animales, los lisosomas se consideran parte del sistema de endomembranas. Los lisosomas también usan sus enzimas hidrolíticas para destruir patógenos (organismos que causan enfermedades) que podrían ingresar a la célula.

Un macrófago ha engullido (fagocitado) una bacteria potencialmente patógena que luego se fusiona con un lisosoma dentro de la célula para destruir el patógeno. Otros orgánulos están presentes en la celda, pero por simplicidad no se muestran.

Un buen ejemplo de esto ocurre en un grupo de glóbulos blancos llamados macrófagos, que son parte del sistema inmunológico de su cuerpo.

En un proceso conocido como fagocitosis o endocitosis, una sección de la membrana plasmática del macrófago se invagina (se pliega) y engulle a un patógeno. La sección invaginada, con el patógeno

adentro, luego se desprende de la membrana plasmática y se convierte en una vesícula. La vesícula se fusiona con un lisosoma. Las enzimas hidrolíticas del lisosoma luego destruyen el patógeno Figura 4.5.17.).

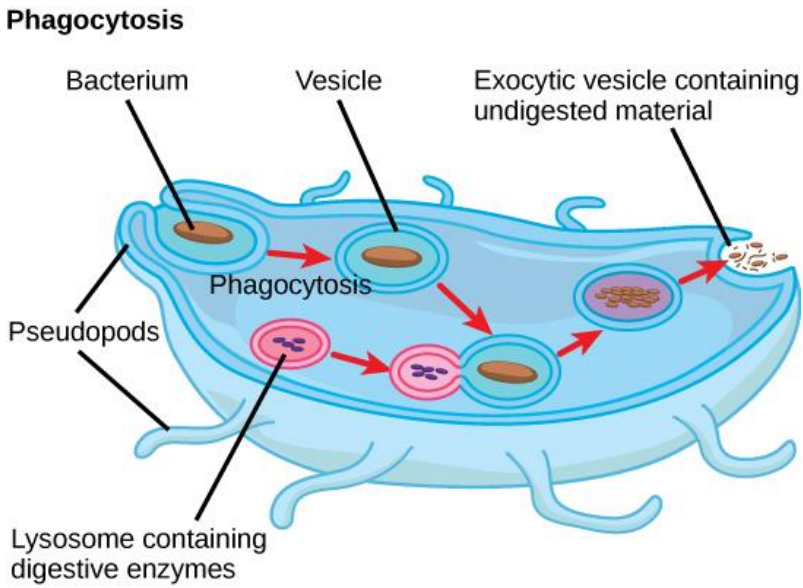


Figura 4.5.17. Lososomas

+ : Microfilamentos

Si tuviera que eliminar todos los orgánulos de una célula, ¿serían la membrana plasmática y el citoplasma los únicos componentes que quedarían? No. Dentro del citoplasma, aún habría iones y moléculas orgánicas, además de una red de fibras proteicas que ayudan a mantener la forma de la célula, aseguran algunos orgánulos en posiciones específicas, permiten que el citoplasma y las vesículas se muevan dentro de la célula y permiten que las células dentro de los organismos multicelulares para moverse.

En conjunto, esta red de fibras proteicas se conoce como citoesqueleto. Hay tres tipos de fibras dentro del citoesqueleto: microfilamentos, filamentos intermedios y microtúbulos (Figura 4.5.18.). Aquí, examinaremos cada uno. Los microfilamentos engrosan la corteza alrededor del borde interior de una célula; como gomas elásticas, resisten la tensión. Los

microtúbulos se encuentran en el interior de la célula, donde mantienen la forma celular al resistir las fuerzas de compresión. Los filamentos intermedios se encuentran en toda la célula y mantienen a los orgánulos en su lugar.

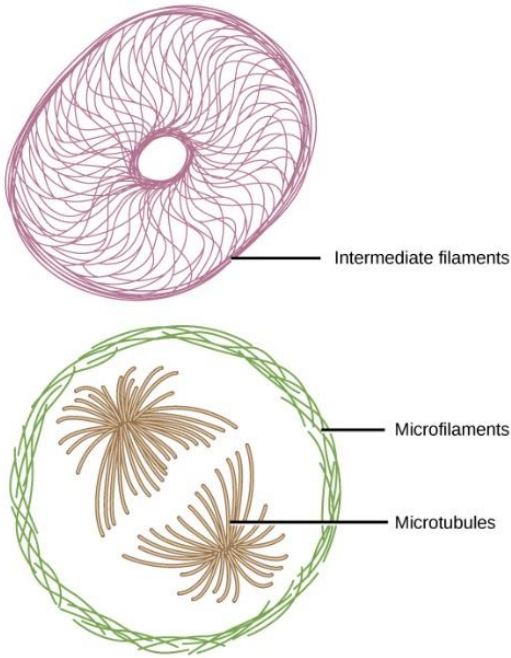


Figura 4.5.18. Citoplasma

De los tres tipos de fibras proteicas del citoesqueleto, los **microfilamentos** son los más estrechos. Funcionan en el movimiento celular, tienen un diámetro de aproximadamente 7 nm y están formados por dos hebras entrelazadas de una proteína globular llamada actina (4.5.19.). Por esta razón, los microfilamentos también se conocen como filamentos de actina.

La actina es impulsada por ATP para ensamblar su forma filamentosa, que sirve como pista para el movimiento de una proteína motora llamada miosina. Esto permite que la actina participe en eventos celulares que requieren movimiento, como la división celular en las células eucariotas y el flujo citoplasmático, que es el movimiento circular del citoplasma celular en las células vegetales. La actina y la miosina son abundantes en las células

musculares. Cuando los filamentos de actina y miosina se deslizan entre sí, los músculos se contraen.

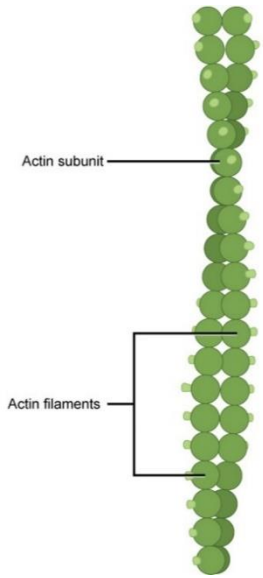


Figura 4.5.19. Los microfilamentos están formados por dos hebras de actina entrelazadas.

Los microfilamentos también proporcionan cierta rigidez y forma a la célula. Pueden despolimerizarse (desmontarse) y reformarse rápidamente, lo que permite que una célula cambie de forma y se mueva. Los glóbulos blancos (las células del cuerpo que combaten las infecciones) hacen un buen uso de esta capacidad. Pueden moverse al sitio de una infección y fagocitar el patógeno.

+ : **Filamentos intermedios**

Los filamentos intermedios están hechos de varias hebras de proteínas fibrosas que se enrollan juntas (4.5.20.). Estos elementos del citoesqueleto reciben su nombre del hecho de que su diámetro, de 8 a 10 nm, se encuentra entre el de los microfilamentos y los microtúbulos.

Los filamentos intermedios constan de varias hebras entrelazadas de proteínas fibrosas. Los filamentos intermedios no tienen ningún papel en el movimiento celular. Su función es puramente estructural. Soportan tensión, manteniendo así la forma de la célula,

y anclan el núcleo y otros orgánulos en su lugar. Figura 4.5.14 muestra cómo los filamentos intermedios crean un andamiaje de apoyo dentro de la célula.

Figura 4.5.20. Filamentos intermedios

Los filamentos intermedios son el grupo más diverso de elementos del citoesqueleto. En los filamentos intermedios se encuentran varios tipos de proteínas fibrosas. Probablemente esté más familiarizado con la queratina, la proteína fibrosa que fortalece el cabello, las uñas y la epidermis de la piel.

+ : Microtúbulos

Como su nombre lo indica, los microtúbulos son pequeños tubos huecos. Las paredes de los microtúbulos están hechas de dímeros polimerizados de α-tubulina y β-tubulina, dos proteínas globulares (Figura 4.5.21.). Con un diámetro de unos 25 nm, los microtúbulos son los componentes más anchos del citoesqueleto. Ayudan a la célula a resistir la compresión, proporcionan un camino a lo largo del cual las vesículas se mueven a través de la célula y tiran de los cromosomas replicados hacia los extremos opuestos de una célula en división. Al igual que los microfilamentos, los microtúbulos pueden desarmarse y reformarse rápidamente.

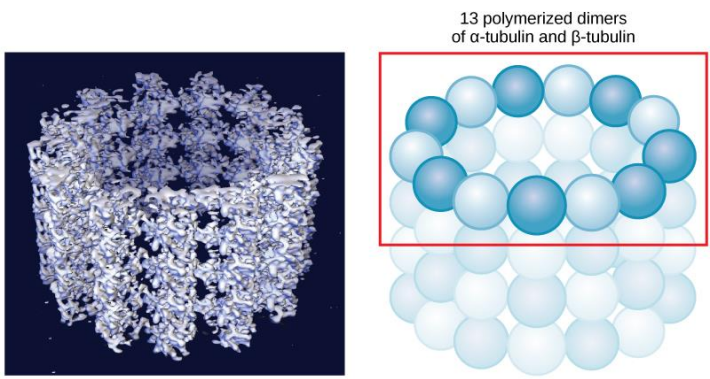


Figura 4.5.21 Proteínas Globulares

Los microtúbulos son huecos. Sus paredes consisten en 13 dímeros polimerizados de α-tubulina y β-tubulina (imagen de la derecha). La imagen de la izquierda muestra la estructura molecular del tubo.

Los microtúbulos también son los elementos estructurales de flagelos, cilios y centriolos (estos últimos son los dos cuerpos perpendiculares del centrosoma). De hecho, en las células animales, el centrosoma es el centro organizador de los microtúbulos. En las células eucariotas, los flagelos y los cilios son estructuralmente bastante diferentes de sus contrapartes en las procariotas, como se analiza a continuación.

+ : **Flagelos y cilios**

Para refrescar su memoria, los flagelos (singular = flagelo) son estructuras largas similares a cabellos que se extienden desde la membrana plasmática y se utilizan para mover una célula completa (por ejemplo, espermatozoides, *Euglena*). Cuando está presente, la célula tiene solo un flagelo o algunos flagelos. Sin embargo, cuando hay cilios (singular = cilio), muchos de ellos se extienden a lo largo de toda la superficie de la membrana plasmática. Son estructuras cortas parecidas a cabellos que se utilizan para mover células enteras (como los paramecios) o sustancias a lo largo de la superficie externa de la célula (por ejemplo, los cilios de las células que recubren las trompas de Falopio que mueven el óvulo hacia el útero, o cilios que recubren las células del tracto respiratorio que atrapan las partículas y las mueven hacia las fosas nasales).

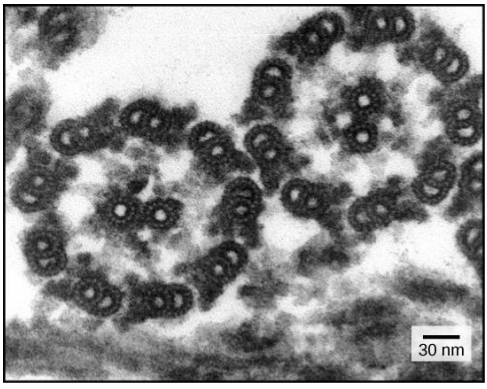


Figura 4.5.22. Flagelo o Cilio

A pesar de sus diferencias en longitud y número, los flagelos y los cilios comparten una disposición estructural común de microtúbulos denominada “matriz 9 + 2”. Este es un nombre apropiado porque un solo flagelo o cilio está formado por un anillo de nueve dobletes de microtúbulos, que rodean un solo doblete de microtúbulos en el centro (Figura 4.5.22.).

Esta micrografía electrónica de transmisión de dos flagelos muestra la matriz 9 + 2 de microtúbulos: nueve dobletes de microtúbulos rodean un solo doblete de microtúbulos. (crédito: modificación del trabajo de Dartmouth Electron Microscope Facility, Dartmouth College; datos de barra de escala de Matt Russell)

*** : Componentes de las células procariotas y eucariotas**

Componente de celda	**Función**	**¿Presente en procariotas?**	**¿en células animales?**	**¿en las células vegetales?**
Membrana de plasma	Separa la célula del entorno externo; controla el paso de moléculas orgánicas, iones, agua, oxígeno y desechos dentro y fuera de la célula	Sí	Sí	Sí
Citoplasma	Proporciona presión de turgencia a las células vegetales como fluido dentro de la vacuola central; sitio de muchas reacciones metabólicas; medio en el que se encuentran los orgánulos	Sí	Sí	Sí
nucléolo	Área oscurecida dentro del núcleo donde se sintetizan las subunidades ribosómicas.	No	Sí	Sí
Núcleo	Organelo celular que alberga el ADN y dirige la síntesis de ribosomas y proteínas	No	Sí	Sí
Ribosomas	Síntesis de proteínas	Sí	Sí	Sí

Componente de celda	**Función**	**¿Presente en procariotas?**	**¿en células animales?**	**¿en las células vegetales?**
mitocondrias	Producción de ATP/respiración celular	No	Sí	Sí
peroxisomas	Oxida y, por lo tanto, descompone los ácidos grasos y los aminoácidos, y desintoxica los venenos.	No	Sí	Sí
Vesículas y vacuolas	almacenamiento y transporte; función digestiva en células vegetales	No	Sí	Sí
centrosoma	Papel no especificado en la división celular en células animales; fuente de microtúbulos en células animales	No	Sí	No
lisosomas	digestión de macromoléculas; reciclaje de orgánulos desgastados	No	Sí	No
Pared celular	Protección, soporte estructural y mantenimiento de la forma celular.	Sí, principalmente peptidoglicano	No	Sí, principalmente celulosa
cloroplastos	Fotosíntesis	No	No	Sí
Retículo endoplásmico	Modifica proteínas y sintetiza lípidos	No	Sí	Sí
aparato de Golgi	Modifica, clasifica, etiqueta, empaca y distribuye lípidos y proteínas	No	Sí	Sí

Componente de celda	Función	¿Presente en procariotas?	¿en células animales?	¿en las células vegetales?
citoesqueleto	Mantiene la forma de la célula, asegura los orgánulos en posiciones específicas, permite que el citoplasma y las vesículas se muevan dentro de la célula y permite que los organismos unicelulares se muevan de forma independiente	Sí	Sí	Sí
flagelos	locomoción celular	Alguno	Alguno	No, a excepción de algunos espermatozoides vegetales.
Cilios	Locomoción celular, movimiento de partículas a lo largo de la superficie extracelular de la membrana plasmática y filtración	Alguno	Alguno	No

Tabla 4.5.1

*** : Matriz extracelular de células de animales.**

La matriz extracelular consta de una red de proteínas y carbohidratos.

La mayoría de las células animales liberan materiales en el espacio extracelular. Los componentes principales de estos materiales son las proteínas, y la proteína más abundante es el colágeno.

Las fibras de colágeno están entretejidas con moléculas de proteínas que contienen carbohidratos llamadas proteoglicanos. En conjunto, estos materiales se denominan matriz extracelular (Figura 4.5.23.). La matriz extracelular no solo mantiene unidas a las células para formar un tejido, sino que también permite que las células

dentro del tejido se comuniquen entre sí. ¿Cómo puede suceder esto?

Las células tienen receptores de proteínas en las superficies extracelulares de sus membranas plasmáticas. Cuando una molécula dentro de la matriz se une al receptor, cambia la estructura molecular del receptor. El receptor, a su vez, cambia la conformación de los microfilamentos colocados justo dentro de la membrana plasmática. Estos cambios conformacionales inducen señales químicas dentro de la célula que llegan al núcleo y activan o desactivan la transcripción de secciones específicas de ADN, lo que afecta la producción de proteínas asociadas, cambiando así las actividades dentro de la célula.

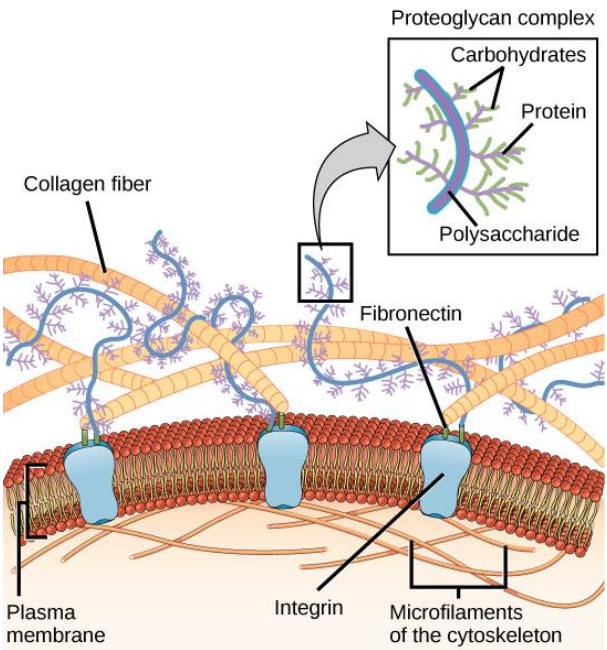


Figura 4.5.23. Matrix extracelular

La coagulación de la sangre proporciona un ejemplo del papel de la matriz extracelular en la comunicación celular. Cuando las células que recubren un vaso sanguíneo se dañan, muestran un receptor de proteína llamado factor tisular. Cuando el factor tisular se une a otro factor en la matriz extracelular, hace que las plaquetas se adhieran a la pared del vaso sanguíneo dañado, estimula la contracción de las

células musculares lisas adyacentes en el vaso sanguíneo (constriñendo así el vaso sanguíneo) e inicia una serie de pasos que estimulan las plaquetas para producir factores de coagulación.

+ : Uniones intercelulares

Las células también pueden comunicarse entre sí a través del contacto directo, lo que se conoce como uniones intercelulares. Hay algunas diferencias en la forma en que las células vegetales y animales hacen esto. Los plasmodesmos son uniones entre células vegetales, mientras que los contactos con células animales incluyen uniones estrechas, uniones comunicantes y desmosomas.

+ : Plasmodesmos

En general, los tramos largos de las membranas plasmáticas de las células vegetales vecinas no pueden tocarse entre sí porque están separados por la pared celular que rodea cada célula (Figura 4.5.4b**)**. Entonces, ¿cómo puede una planta transferir agua y otros nutrientes del suelo desde sus raíces, a través de sus tallos y hasta sus hojas? Dicho transporte utiliza principalmente los tejidos vasculares (xilema y floema). También existen modificaciones estructurales llamadas plasmodesmos (singular = plasmodesma), numerosos canales que pasan entre las paredes celulares de las células vegetales adyacentes, conectan su citoplasma y permiten que los materiales sean transportados de una célula a otra y, por lo tanto, por toda la planta (Figura 4.5.24.).

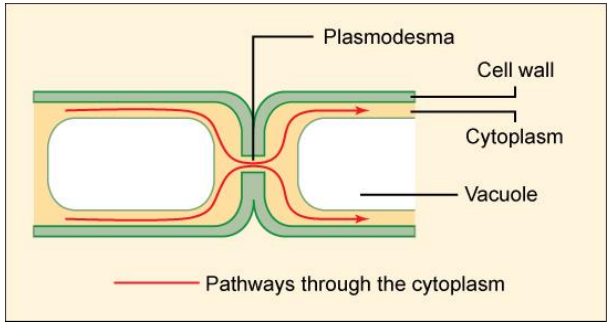


Figura 4.5.24. Plasmodesmos

Un plasmodesma es un canal entre las paredes celulares de dos células vegetales adyacentes. Los plasmodesmos permiten que los

materiales pasen del citoplasma de una célula vegetal al citoplasma de una célula adyacente.

- : Juntas apretadas

Una unión estrecha es un sello hermético entre dos células animales adyacentes (Figura 4.5.25.). Las células se mantienen estrechamente unidas entre sí por proteínas (predominantemente dos proteínas llamadas claudinas y ocludinas).

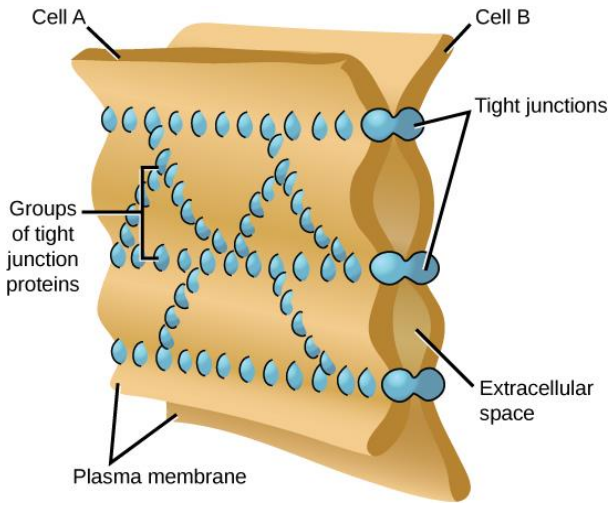


Figura 4.5.25.

Las uniones estrechas forman conexiones herméticas entre células animales adyacentes. Las proteínas crean adherencia a las uniones estrechas. (crédito: modificación de obra de Mariana Ruiz Villareal)

Esta fuerte adherencia evita que los materiales se filtren entre las celdas; Las uniones estrechas se encuentran típicamente en los tejidos epiteliales que recubren los órganos internos y las cavidades, y comprenden la mayor parte de la piel. Por ejemplo, las uniones estrechas de las células epiteliales que recubren la vejiga urinaria evitan que la orina se filtre al espacio extracelular.

+ : **Desmosomas**

También se encuentran solo en células animales los desmosomas, que actúan como puntos de soldadura entre células epiteliales adyacentes (Figura 4.5.26.). Proteínas cortas llamadas cadherinas en la membrana plasmática se conectan a filamentos intermedios para

crear desmosomas. Las cadherinas unen dos células adyacentes y mantienen las células en forma de lámina en órganos y tejidos que se estiran, como la piel, el corazón y los músculos.

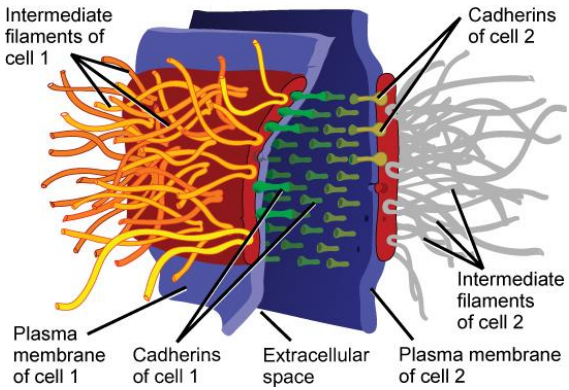


Figura 4.5.26. Un desmosoma forma una soldadura por puntos muy fuerte entre las células. Se crea por el enlace de cadherinas y filamentos intermedios. (crédito: modificación de obra de Mariana Ruiz Villareal)

+ : Uniones gap

Las uniones comunicantes en las células animales son como los plasmodesmos en las células vegetales en el sentido de que son canales entre células adyacentes que permiten el transporte de iones, nutrientes y otras sustancias que permiten que las células se comuniquen (Figura 4.5.27.). Sin embargo, estructuralmente, las uniones comunicantes y los plasmodesmos difieren.

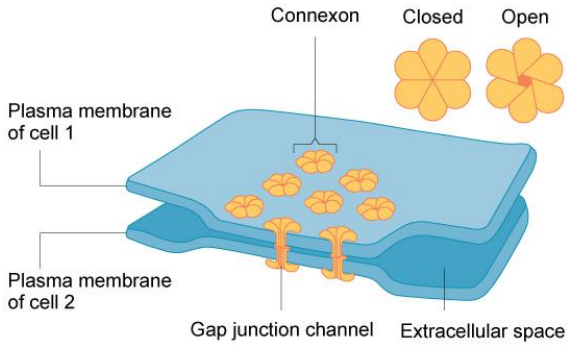


Figura 4.5.27. Uniones Gap

Una unión gap es un poro revestido de proteína que permite que el agua y las moléculas pequeñas pasen entre las células animales adyacentes. (crédito: modificación de obra de Mariana Ruiz Villareal)

Las uniones gap se desarrollan cuando un conjunto de seis proteínas (llamadas conexinas) en la membrana plasmática se organizan en una configuración alargada similar a una rosquilla llamada conexión. Cuando los poros ("agujeros de rosquilla") de las conexiones en las células animales adyacentes se alinean, se forma un canal entre las dos células. Las uniones comunicantes son particularmente importantes en el músculo cardíaco: la señal eléctrica para que el músculo se contraiga se transmite de manera eficiente a través de las uniones comunicantes, lo que permite que las células del músculo cardíaco se contraigan en tándem.

Capítulo VI : Membrana plasmática

La membrana plasmática de una célula define la célula, delinea sus bordes y determina la naturaleza de su interacción con su entorno. Las células excluyen algunas sustancias, toman otras y excretan otras más, todo en cantidades controladas. La membrana plasmática debe ser muy flexible para permitir que ciertas células, como los glóbulos rojos y los glóbulos blancos, cambien de forma a medida que pasan a través de capilares estrechos.

Estas son las funciones más obvias de una membrana plasmática. Además, la superficie de la membrana plasmática lleva marcadores que permiten que las células se reconozcan entre sí, lo que es vital para la formación de tejidos y órganos durante el desarrollo temprano, y que más tarde desempeña un papel en la distinción entre "propio" y "no propio". la respuesta inmunitaria.

Entre las funciones más sofisticadas de la membrana plasmática se encuentra la capacidad de transmitir señales por medio de proteínas integrales complejas conocidas como receptores. Estas proteínas actúan como receptores de entradas extracelulares y como activadores de procesos intracelulares. Estos receptores de membrana proporcionan sitios de unión extracelulares para efectores como hormonas y factores de crecimiento, y activan cascadas de respuesta intracelular cuando sus efectores se unen.

A veces, los receptores son secuestrados por virus que los usan para ingresar a las células y, en ocasiones, los genes que codifican los receptores mutan, lo que hace que el proceso de transducción de señales funcione mal con consecuencias desastrosas.

*** : Modelo de mosaico fluido**

La existencia de la membrana plasmática se identificó en la década de 1890 y sus componentes químicos se identificaron en 1915. Los principales componentes identificados en ese momento fueron los lípidos y las proteínas. El primer modelo ampliamente aceptado de la estructura de la membrana plasmática fue propuesto en 1935 por Hugh Davson y James Danielli; se basó en la apariencia de "vía de tren" de la membrana plasmática en las primeras micrografías electrónicas.

Teorizaron que la estructura de la membrana plasmática se asemeja a un sándwich, siendo la proteína análoga al pan y los lípidos al relleno. En la década de 1950, los avances en microscopía, en particular la microscopía electrónica de transmisión (TEM), permitieron a los investigadores ver que el núcleo de la membrana plasmática constaba de una capa doble, en lugar de una única.

La explicación propuesta por Singer y Nicholson se denomina modelo de mosaico fluido. El modelo ha evolucionado un poco con el tiempo, pero aún representa mejor la estructura y las funciones de la membrana plasmática tal como las entendemos ahora. El modelo de mosaico fluido describe la estructura de la membrana plasmática como un mosaico de componentes, incluidos fosfolípidos, colesterol, proteínas y carbohidratos, que le dan a la membrana un carácter fluido. Las membranas plasmáticas varían de 5 a 10 nm de espesor. A modo de comparación, los glóbulos rojos humanos, visibles mediante microscopía óptica, tienen aproximadamente 8 µm de ancho, o aproximadamente 1000 veces más ancho que una membrana plasmática. La membrana se parece un poco a un sándwich (Figura 4.6.1.).

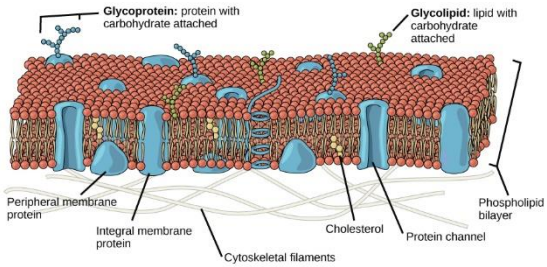


Figura 4.6.1. Membrana celular

El modelo de mosaico fluido de la membrana plasmática describe la membrana plasmática como una combinación fluida de fosfolípidos, colesterol y proteínas. Los carbohidratos unidos a los lípidos (glucolípidos) ya las proteínas (glucoproteínas) se extienden desde la superficie exterior de la membrana.

Los componentes principales de una membrana plasmática son los lípidos (fosfolípidos y colesterol), proteínas y carbohidratos unidos a algunos de los lípidos y algunas de las proteínas. Un fosfolípido es una molécula que consta de glicerol, dos ácidos grasos y un grupo de cabeza unido a fosfato. El colesterol, otro lípido compuesto por cuatro anillos de carbono fusionados, se encuentra junto a los fosfolípidos en el centro de la membrana. Las proporciones de proteínas, lípidos y carbohidratos en la membrana plasmática varían según el tipo de célula, pero para una célula humana típica, las proteínas representan aproximadamente el 50 por ciento de la composición en masa, los lípidos (de todos los tipos) representan aproximadamente el 40 por ciento de la composición. composición en masa, siendo el 10 por ciento restante de la composición en masa carbohidratos. Sin embargo, la concentración de proteínas y lípidos varía con las diferentes membranas celulares. Por ejemplo, la mielina, un crecimiento de la membrana de células especializadas que aísla los axones de los nervios periféricos, contiene solo un 18 por ciento de proteínas y un 76 por ciento de lípidos. La membrana interna mitocondrial contiene 76 por ciento de proteínas y solo 24 por ciento de lípidos. La membrana plasmática de los glóbulos rojos humanos es un 30 por ciento de lípidos. Los carbohidratos están presentes solo en la superficie exterior de la membrana plasmática y se unen a las proteínas, formando glicoproteínas, o unidas a lípidos, formando glicolípidos.

+ : **Fosfolípidos**

El tejido principal de la membrana está compuesto por moléculas anfifílicas de fosfolípidos. Las áreas hidrofílicas o “amantes del agua” de estas moléculas (que parecen una colección de bolas en la interpretación artística del modelo) (Figura 4.6.1) están en contacto con el fluido acuoso tanto dentro como fuera de la célula. Hidrofóbico, o moléculas que odian el agua, tienden a ser no polares. Interactúan con otras moléculas no polares en reacciones químicas, pero generalmente no interactúan con moléculas

polares. Cuando se colocan en agua, las moléculas hidrofóbicas tienden a formar una bola o un racimo. Las regiones hidrófilas de los fosfolípidos tienden a formar enlaces de hidrógeno con el agua y otras moléculas polares tanto en el exterior como en el interior de la célula. Por tanto, las superficies de la membrana que miran hacia el interior y el exterior de la célula son hidrófilas. Por el contrario, el interior de la membrana celular es hidrofóbico y no interactuará con el agua. Por lo tanto, los fosfolípidos forman una excelente membrana celular de dos capas que separa el líquido dentro de la célula del líquido fuera de la célula.

Una molécula de fosfolípido (Figura 4.6.2.) consta de un esqueleto de glicerol de tres carbonos con dos moléculas de ácido graso unidas a los carbonos 1 y 2, y un grupo que contiene fosfato unido al tercer carbono. Esta disposición le da a la molécula en general un área descrita como cabeza (el grupo que contiene fosfato), que tiene un carácter polar o carga negativa, y un área llamada cola (los ácidos grasos), que no tiene carga. La cabeza puede formar enlaces de hidrógeno, pero la cola no. Una molécula con esta disposición de un área cargada positiva o negativamente y un área sin carga, o no polar, se denomina anfifílica o de "amor dual".

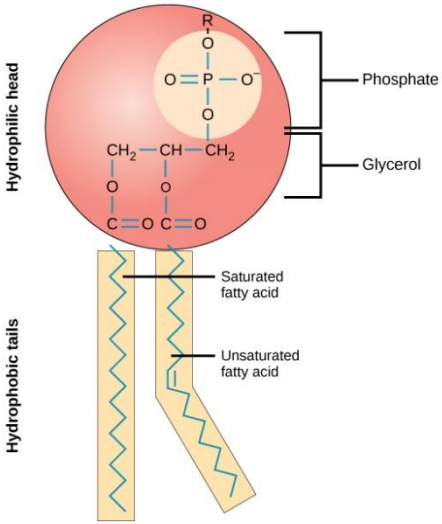


Figura 4.6.2. Fosfolípido

Esta molécula de fosfolípido está compuesta por una cabeza hidrofílica y dos colas hidrofóbicas. El grupo de cabeza hidrofílico

consiste en un grupo que contiene fosfato unido a una molécula de glicerol. Las colas hidrófobas, cada una de las cuales contiene un ácido graso saturado o insaturado, son cadenas largas de hidrocarburos.

Esta característica es vital para la estructura de una membrana plasmática porque, en el agua, los fosfolípidos tienden a organizarse con sus colas hidrofóbicas una frente a la otra y sus cabezas hidrofílicas hacia afuera. De esta forma, forman una bicapa lipídica, una barrera compuesta por una doble capa de fosfolípidos que separa el agua y otros materiales de un lado de la barrera del agua y otros materiales del otro lado. De hecho, los fosfolípidos calentados en una solución acuosa tienden a formar espontáneamente pequeñas esferas o gotitas (llamadas micelas o liposomas), con sus cabezas hidrofílicas formando el exterior y sus colas hidrofóbicas en el interior (Figura 4.6.3.).

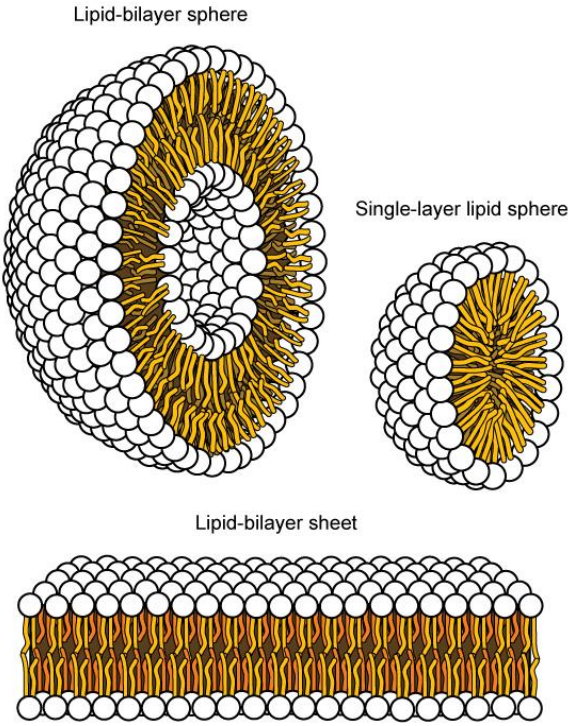


Figura 4.6.3. El grupo de cabeza hidrofílico

En una solución acuosa, los fosfolípidos tienden a organizarse con sus cabezas polares hacia afuera y sus colas hidrofóbicas hacia adentro. (crédito: modificación de obra de Mariana Ruiz Villareal)

- : Proteínas

Las proteínas constituyen el segundo componente principal de las membranas plasmáticas. Las proteínas integrales (algunos tipos especializados se denominan integrinas) están, como sugiere su nombre, integradas completamente en la estructura de la membrana, y sus regiones hidrofóbicas que atraviesan la membrana interactúan con la región hidrofóbica de la bicapa de fosfolípidos (Figura 4.6.1.). Las proteínas integrales de membrana de un solo paso suelen tener un segmento transmembrana hidrofóbico que consta de 20 a 25 aminoácidos. Algunos abarcan solo una parte de la membrana, asociándose con una sola capa, mientras que otros se extienden de un lado de la membrana al otro y están expuestos en ambos lados. Algunas proteínas complejas están compuestas por hasta 12 segmentos de una sola proteína, que están ampliamente plegados e incrustados en la membrana (Figura 4.6.3.). Este tipo de proteína tiene una región o regiones hidrofílicas y una o varias regiones levemente hidrofóbicas. Esta disposición de regiones de la proteína tiende a orientar la proteína junto con los fosfolípidos, con la región hidrófoba de la proteína adyacente a las colas de los fosfolípidos y la región o regiones hidrófilas de la proteína sobresaliendo de la membrana y en contacto con el citosol o Fluido extracelular.

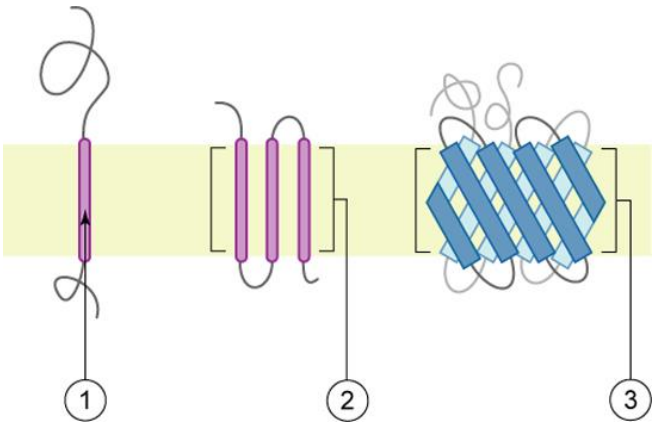


Figura 4.6.4. Proteínas Integrales de la membrana

Membranas integrales Las proteínas pueden tener una o más hélices alfa que atraviesan la membrana (ejemplos 1 y 2), o pueden tener láminas beta que atraviesan la membrana (ejemplo 3). (crédito: “Foobar” /Wikimedia Commons)

Las proteínas periféricas se encuentran en las superficies exterior e interior de las membranas, unidas a proteínas integrales oa fosfolípidos. Las proteínas periféricas, junto con las proteínas integrales, pueden servir como enzimas, como uniones estructurales para las fibras del citoesqueleto o como parte de los sitios de reconocimiento de la célula. Estas a veces se denominan proteínas "específicas de células". El cuerpo reconoce sus propias proteínas y ataca las proteínas extrañas asociadas con patógenos invasivos.

+ : **Carbohidratos**

Los carbohidratos son el tercer componente principal de las membranas plasmáticas. Siempre se encuentran en la superficie exterior de las células y se unen a proteínas (formando glicoproteínas) o a lípidos (formando glicolípidos) (Figura 4.6.1.). Estas cadenas de carbohidratos pueden constar de 2 a 60 unidades de monosacáridos y pueden ser lineales o ramificadas. Junto con las proteínas periféricas, los carbohidratos forman sitios especializados en la superficie celular que permiten que las células se reconozcan entre sí.

Estos sitios tienen patrones únicos que permiten que se reconozca la célula, de la misma manera que las características faciales únicas de cada persona permiten que se reconozca. Esta función de reconocimiento es muy importante para las células, ya que permite que el sistema inmunitario diferencie entre células del cuerpo (llamadas “propias”) y células o tejidos extraños (llamados “no propios”). Tipos similares de glicoproteínas y glicolípidos se encuentran en la superficie de los virus y pueden cambiar con frecuencia, evitando que las células inmunitarias los reconozcan y los ataquen.

Estos carbohidratos en la superficie exterior de la célula, los componentes de carbohidratos tanto de las glicoproteínas como de los glicolípidos, se denominan colectivamente glicocalix (que significa "recubrimiento de azúcar"). El glucocáliz es altamente hidrofílico y atrae grandes cantidades de agua a la superficie de la

célula. Esto ayuda en la interacción de la célula con su entorno acuoso y en la capacidad de la célula para obtener sustancias disueltas en el agua. Como se discutió anteriormente, el glucocáliz también es importante para la identificación celular, la autodeterminación y la no autodeterminación y el desarrollo embrionario, y se usa en las uniones célula-célula para formar tejidos.

+ : **Conexión de evolución**

Los patrones de glicoproteínas y glicolípidos en la superficie de las células brindan a muchos virus la oportunidad de infectarse. El VIH y los virus de la hepatitis infectan solo órganos o células específicos del cuerpo humano. El VIH puede penetrar las membranas plasmáticas de un subtipo de linfocitos llamados células T colaboradoras, así como algunos monocitos y células del sistema nervioso central. El virus de la hepatitis ataca las células del hígado.

- : Cómo los virus infectan órganos específicos

Estos virus pueden invadir estas células porque las células tienen sitios de unión en sus superficies que son específicos y compatibles con ciertos virus (Figura 4.6.5.). Otros sitios de reconocimiento en la superficie del virus interactúan con el sistema inmunológico humano, incitando al cuerpo a producir anticuerpos. Los anticuerpos se producen en respuesta a los antígenos o proteínas asociados con patógenos invasivos, o en respuesta a células extrañas, como podría ocurrir con un trasplante de órganos. Estos mismos sitios sirven como lugares para que los anticuerpos se adhieran y destruyan o inhiban la actividad del virus.

Desafortunadamente, estos sitios de reconocimiento sobre el VIH cambian a un ritmo rápido debido a las mutaciones, lo que dificulta mucho la producción de una vacuna eficaz contra el virus, ya que el virus evoluciona y se adapta. Una persona infectada con el VIH desarrollará rápidamente diferentes poblaciones o variantes del virus que se distinguen por las diferencias en estos sitios de reconocimiento. Este cambio rápido de los marcadores de superficie disminuye la eficacia del sistema inmunitario de la persona para atacar el virus, porque los anticuerpos no reconocerán las nuevas variaciones de los patrones de superficie. En el caso del VIH, el problema se complica por el hecho de que el virus infecta y destruye

específicamente las células involucradas en la respuesta inmune, incapacitando aún más al huésped.

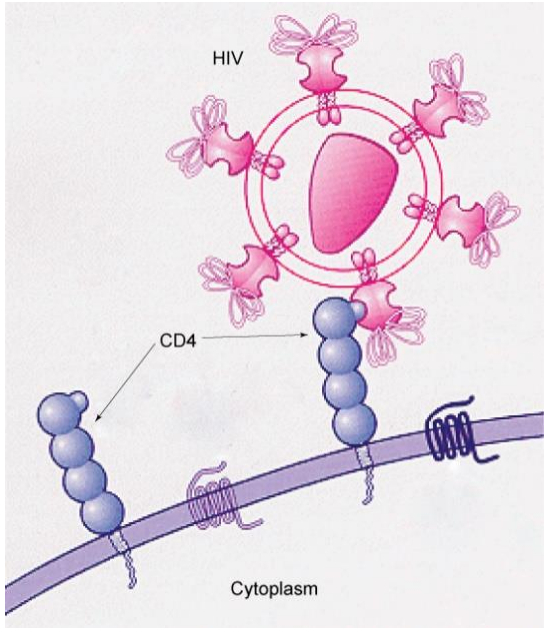


Figura 4.6.5. VIH

El VIH se une al receptor CD4, una glicoproteína en la superficie de las células T. (crédito: modificación del trabajo de NIH, NIAID)

- : **Fluidez de la membrana**

La característica de mosaico de la membrana, descrita en el modelo de mosaico fluido, ayuda a ilustrar su naturaleza. Las proteínas integrales y los lípidos existen en la membrana como moléculas separadas, pero débilmente unidas. Estos se asemejan a los azulejos multicolores separados de un cuadro de mosaico, y flotan, moviéndose un poco con respecto a los demás. Sin embargo, la membrana no es como un globo que puede expandirse y contraerse; más bien, es bastante rígido y puede reventar si es penetrado o si una celda absorbe demasiada agua.

Sin embargo, debido a su naturaleza de mosaico, una aguja muy fina puede penetrar fácilmente una membrana plasmática sin causar que estalle, y la membrana fluirá y se auto sellará cuando se extraiga la aguja.

Las características de mosaico de la membrana explican parte, pero no toda su fluidez. Hay otros dos factores que ayudan a mantener esta característica fluida. Un factor es la naturaleza de los propios fosfolípidos. En su forma saturada, los ácidos grasos de las colas de fosfolípidos están saturados con átomos de hidrógeno unidos.

No hay dobles enlaces entre átomos de carbono adyacentes. Esto da como resultado colas que son relativamente rectas. Por el contrario, los ácidos grasos insaturados no contienen un número máximo de átomos de hidrógeno, pero sí algunos enlaces dobles entre átomos de carbono adyacentes; un doble enlace da como resultado una curvatura en la cadena de carbonos de aproximadamente 30 grados (Figura 4.6.3.).

Por lo tanto, si los ácidos grasos saturados, con sus colas rectas, se comprimen al disminuir la temperatura, se presionan entre sí, formando una membrana densa y bastante rígida. Si los ácidos grasos insaturados se comprimen, las "torceduras" en sus colas apartan las moléculas de fosfolípidos adyacentes, manteniendo algo de espacio entre las moléculas de fosfolípidos.

Este “espacio libre” ayuda a mantener la fluidez en la membrana a temperaturas a las cuales las membranas con colas de ácidos grasos saturados en sus fosfolípidos se “congelarían” o solidificarían. La relativa fluidez de la membrana es particularmente importante en un ambiente frío. Un ambiente frío tiende a comprimir las membranas compuestas en gran parte por ácidos grasos saturados, haciéndolas menos fluidas y más susceptibles a romperse.

Los animales tienen un componente de membrana adicional que ayuda a mantener la fluidez. El colesterol, que se encuentra junto a los fosfolípidos en la membrana, tiende a amortiguar los efectos de la temperatura sobre la membrana.

Por lo tanto, este lípido funciona como un tampón, evitando que las temperaturas más bajas inhiban la fluidez y evitando que las temperaturas elevadas aumenten demasiado la fluidez. Así, el colesterol amplía, en ambos sentidos, el intervalo de temperatura en el que la membrana es adecuadamente fluida y, por tanto, funcional. El colesterol también cumple otras funciones, como organizar grupos de proteínas transmembrana en balsas lipídicas.

+ : **Los componentes y funciones de la membrana plasmática**

Componente	**Ubicación**
fosfolípido	Tejido principal de la membrana
Colesterol	Unidos entre los fosfolípidos y entre las dos capas de fosfolípidos
Proteínas integrales (por ejemplo, integrinas)	Incrustado dentro de la(s) capa(s) de fosfolípidos. Puede o no penetrar a través de ambas capas.
Proteínas periféricas	En la superficie interna o externa de la bicapa de fosfolípidos; no incrustado dentro de los fosfolípidos
Carbohidratos (componentes de glicoproteínas y glicolípidos)	Generalmente unido a proteínas en la capa exterior de la membrana.

Tabla 6.1

*** : Transporte Pasivo**

Las membranas plasmáticas deben permitir que ciertas sustancias entren y salgan de una célula, y evitar que entren algunos materiales dañinos y que salgan algunos materiales esenciales. En otras palabras, las membranas plasmáticas son selectivamente permeables— (semipermeables) dejan pasar algunas sustancias, pero no otras. Si perdieran esta selectividad, la célula ya no sería capaz de sostenerse y sería destruida. Algunas células requieren mayores cantidades de sustancias específicas que otras células; deben tener una forma de obtener estos materiales a partir de fluidos extracelulares. Esto puede suceder de forma pasiva, ya que ciertos materiales se mueven de un lado a otro, o la célula puede tener mecanismos especiales que facilitan el transporte. Algunos materiales son tan importantes para una célula que gasta parte de su energía, hidrolizando trifosfato de adenosina (ATP), para obtener

estos materiales. Los glóbulos rojos usan parte de su energía haciendo precisamente eso. La mayoría de las células gastan la mayor parte de su energía para mantener un desequilibrio de iones de sodio y potasio entre el interior y el exterior de la célula.

Las formas más directas de transporte de membrana son pasivas. El transporte pasivo es un fenómeno natural y no requiere que la célula ejerza su energía para realizar el movimiento. En el transporte pasivo, las sustancias se mueven de un área de mayor concentración a un área de menor concentración. Se dice que un espacio físico en el que hay un rango de concentraciones de una sola sustancia tiene un gradiente de concentración.

+ : **Permeabilidad selectiva**

Las membranas plasmáticas son asimétricas: el interior de la membrana no es idéntico al exterior de la membrana. De hecho, existe una diferencia considerable entre la matriz de fosfolípidos y proteínas entre las dos láminas que forman una membrana. En el interior de la membrana, algunas proteínas sirven para anclar la membrana a las fibras del citoesqueleto. Hay proteínas periféricas en el exterior de la membrana que se unen a elementos de la matriz extracelular. Los carbohidratos, unidos a lípidos o proteínas, también se encuentran en la superficie exterior de la membrana plasmática. Estos complejos de carbohidratos ayudan a la célula a unir sustancias que la célula necesita en el líquido extracelular. Esto se suma considerablemente a la naturaleza selectiva de las membranas plasmáticas (Figura 4.6.6.).

Recuerde que las membranas plasmáticas son anfílicas: tienen regiones hidrofílicas e hidrofóbicas. Esta característica favorece el movimiento de algunos materiales a través de la membrana y dificulta el movimiento de otros. El material soluble en lípidos con un bajo peso molecular puede deslizarse fácilmente a través del núcleo hidrofóbico de lípidos de la membrana. Sustancias como las vitaminas liposolubles A, D, E y K pasan fácilmente a través de las membranas plasmáticas en el tracto digestivo y otros tejidos. Las drogas y hormonas solubles en grasa también logran entrar fácilmente en las células y se transportan fácilmente a los tejidos y órganos del cuerpo. De manera similar, las moléculas de oxígeno y

dióxido de carbono no tienen carga y, por lo tanto, atraviesan las membranas por difusión simple.

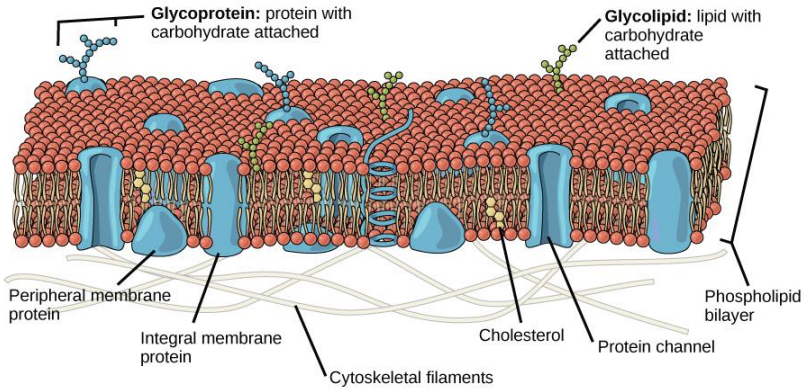


Figura 4.6.6. Membrana Plasmática

La superficie exterior de la membrana plasmática no es idéntica a la superficie interior de la misma membrana.

Las sustancias polares presentan problemas para la membrana. Si bien algunas moléculas polares se conectan fácilmente con el exterior de una célula, no pueden atravesar fácilmente el núcleo lipídico de la membrana plasmática. Además, aunque los iones pequeños podrían deslizarse fácilmente a través de los espacios del mosaico de la membrana, su carga les impide hacerlo. Los iones como el sodio, el potasio, el calcio y el cloruro deben tener medios especiales para penetrar las membranas plasmáticas. Los azúcares simples y los aminoácidos también necesitan ayuda con el transporte a través de las membranas plasmáticas, logrado por varias proteínas transmembrana (canales).

+ : **Difusión**

La difusión es un proceso pasivo de transporte. Una sola sustancia tiende a moverse de un área de alta concentración a un área de baja concentración hasta que la concentración es igual en un espacio. Estás familiarizado con la difusión de sustancias a través del aire. Por ejemplo, piense en alguien que abre una botella de amoníaco en una habitación llena de gente. El gas amoníaco está en su concentración más alta en la botella; su concentración más baja está en los bordes de la habitación. El vapor de amoníaco se

difundirá o se esparcirá fuera de la botella y, gradualmente, más y más personas olerán el amoníaco a medida que se esparce. Los materiales se mueven dentro del citosol de la célula por difusión, y ciertos materiales se mueven a través de la membrana plasmática por difusión (Figura 5.6.7.). La difusión no gasta energía. Por el contrario, los gradientes de concentración son una forma de energía potencial, disipada a medida que se elimina el gradiente.

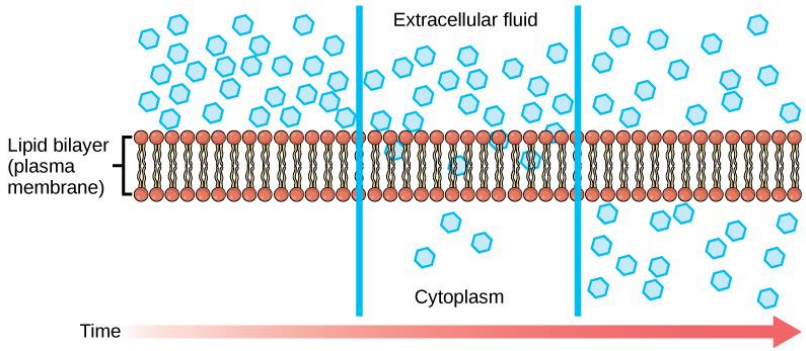


Figura 4.6.7. Difusión

La difusión a través de una membrana permeable mueve una sustancia desde un área de alta concentración (líquido extracelular, en este caso) a favor de su gradiente de concentración (hacia el citoplasma). (crédito: modificación de obra de Mariana Ruiz Villareal)

Cada sustancia separada en un medio, como el líquido extracelular, tiene su propio gradiente de concentración, independiente de los gradientes de concentración de otros materiales. Además, cada sustancia se difundirá según ese gradiente. Dentro de un sistema, habrá diferentes velocidades de difusión de las diferentes sustancias en el medio.

+ : Factores que afectan la difusión

Las moléculas se mueven constantemente de manera aleatoria, a una velocidad que depende de su masa, su entorno y la cantidad de energía térmica que poseen, que a su vez es función de la temperatura. Este movimiento explica la difusión de moléculas a través de cualquier medio en el que estén localizadas. Una sustancia tenderá a moverse en cualquier espacio disponible para ella hasta que se distribuya uniformemente a lo largo de ella. Después de que

una sustancia se haya difundido por completo a través de un espacio, eliminando su gradiente de concentración, las moléculas seguirán moviéndose en el espacio, pero no habrá flujo *neto o* movimiento del número de moléculas de un área a otra. Esta falta de un gradiente de concentración en el que no hay movimiento neto de una sustancia se conoce como equilibrio dinámico. Si bien la difusión avanzará en presencia de un gradiente de concentración de una sustancia, varios factores afectan la velocidad de difusión.

- Magnitud del gradiente de concentración: cuanto mayor es la diferencia de concentración, más rápida es la difusión. Cuanto más se acerca al equilibrio la distribución del material, más lenta se vuelve la velocidad de difusión.

- Masa de las moléculas que se difunden: Las moléculas más pesadas se mueven más lentamente; por lo tanto, se difunden más lentamente. Lo contrario es cierto para las moléculas más ligeras.

- Temperatura: Las temperaturas más altas aumentan la energía y por lo tanto el movimiento de las moléculas, aumentando la velocidad de difusión. Las temperaturas más bajas disminuyen la energía de las moléculas, disminuyendo así la velocidad de difusión.

- Densidad del solvente: a medida que aumenta la densidad de un solvente, la velocidad de difusión disminuye. Las moléculas se ralentizan porque les resulta más difícil atravesar el medio más denso. Si el medio es menos denso, la difusión aumenta. Debido a que las células utilizan principalmente la difusión para mover materiales dentro del citoplasma, cualquier aumento en la densidad del citoplasma inhibirá el movimiento de los materiales. Un ejemplo de esto es una persona que experimenta deshidratación. A medida que las células del cuerpo pierden agua, la tasa de difusión disminuye en el citoplasma y las funciones de las células se deterioran. Las neuronas tienden a ser muy sensibles a este efecto. La deshidratación conduce con frecuencia a la inconsciencia y posiblemente al coma debido a la disminución de la tasa de difusión dentro de las células.

- Solubilidad: como se discutió anteriormente, los materiales no polares o solubles en lípidos atraviesan las membranas plasmáticas más fácilmente que los materiales polares, lo que permite una velocidad de difusión más rápida.
- Área superficial y grosor de la membrana plasmática: el área superficial aumentada aumenta la velocidad de difusión, mientras que una membrana más gruesa la reduce.
- Distancia recorrida: cuanto mayor sea la distancia que debe recorrer una sustancia, más lenta será la velocidad de difusión. Esto coloca una limitación superior en el tamaño de celda. Una célula grande y esférica morirá porque los nutrientes o los desechos no pueden alcanzar o salir del centro de la célula, respectivamente. Por lo tanto, las células deben ser de tamaño pequeño, como en el caso de muchos procariotas, o ser aplanadas, como en muchos eucariotas unicelulares.

Una variación de la difusión es el proceso de filtración. En la filtración, el material se mueve según su gradiente de concentración a través de una membrana; a veces, la velocidad de difusión aumenta con la presión, lo que hace que las sustancias se filtren más rápidamente. Esto ocurre en el riñón, donde la presión arterial fuerza grandes cantidades de agua y las sustancias disueltas que lo acompañan, o solutos, fuera de la sangre y dentro de los túbulos renales. La velocidad de difusión en este caso depende casi totalmente de la presión. Uno de los efectos de la presión arterial alta es la aparición de proteína en la orina, que es “expulsada” por la presión anormalmente alta.

- : **Transporte facilitado**

En el transporte facilitado, también llamado difusión facilitada, los materiales se difunden a través de la membrana plasmática con la ayuda de proteínas de membrana. Existe un gradiente de concentración que permitiría que estos materiales se difundan en la célula sin gastar energía celular. Sin embargo, estos materiales son moléculas polares que son repelidas por las partes hidrofóbicas de la membrana celular. Las proteínas de transporte facilitado protegen estos materiales de la fuerza repulsiva de la membrana, lo que les permite difundirse en la célula.

El material que se transporta se une primero a los receptores de proteínas o glicoproteínas en la superficie exterior de la membrana plasmática. Esto permite que el material que necesita la célula se elimine del líquido extracelular. Luego, las sustancias pasan a proteínas integrales específicas que facilitan su paso. Algunas de estas proteínas integrales son colecciones de láminas plegadas beta que forman un poro o canal a través de la bicapa de fosfolípidos. Otras son proteínas transportadoras que se unen a la sustancia y ayudan a su difusión a través de la membrana.

+ : **Canales**

Las proteínas integrales implicadas en el transporte facilitado se denominan colectivamente proteínas de transporte y funcionan como canales para el material o como transportadores. En ambos casos, son proteínas transmembrana. Los canales son específicos para la sustancia que se transporta. Las proteínas de canal tienen dominios hidrofílicos expuestos a los fluidos intracelulares y extracelulares; además, tienen un canal hidrofílico a través de su núcleo que proporciona una abertura hidratada a través de las capas de la membrana (Figura 4.6.8.). El paso a través del canal permite que los compuestos polares eviten la capa central no polar de la membrana plasmática que, de otro modo, retardaría o impediría su entrada en la célula. Acuaporinas son proteínas de canal que permiten que el agua pase a través de la membrana a una velocidad muy alta.

Las proteínas del canal están abiertas en todo momento o están "cerradas", lo que controla la apertura del canal. La unión de un ion particular a la proteína del canal puede controlar la apertura, o pueden estar involucrados otros mecanismos o sustancias. En algunos tejidos, los iones de sodio y cloruro pasan libremente a través de canales abiertos, mientras que en otros tejidos debe abrirse una puerta para permitir el paso. Un ejemplo de esto ocurre en el riñón, donde ambas formas de canales se encuentran en diferentes partes de los túbulos renales. Las células involucradas en la transmisión de impulsos eléctricos, como las células nerviosas y musculares, tienen canales cerrados para sodio, potasio y calcio en sus membranas. La apertura y cierre de estos canales cambia las concentraciones relativas en lados opuestos de la membrana de estos iones.

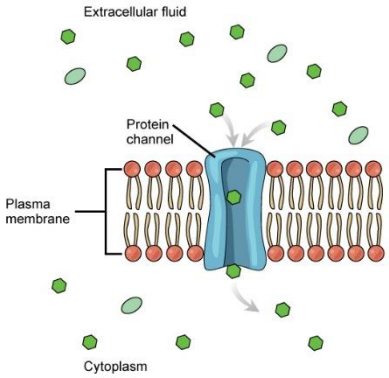


Figura 4.6.8. Canal para el Transporte

El transporte facilitado mueve sustancias a favor de sus gradientes de concentración. Pueden atravesar la membrana plasmática con la ayuda de proteínas de canal. (crédito: modificación de obra de Mariana Ruiz Villareal)

+ : **Proteínas transportadoras**

Otro tipo de proteína incrustada en la membrana plasmática es una proteína transportadora. Esta proteína, acertadamente llamada, se une a una sustancia y, al hacerlo, desencadena un cambio de su propia forma, moviendo la molécula unida desde el exterior de la célula hacia su interior (Figura 4.6.9.); dependiendo del gradiente, el material puede moverse en la dirección opuesta. Las proteínas transportadoras suelen ser específicas para una sola sustancia. Esta selectividad se suma a la selectividad global de la membrana plasmática.

El mecanismo exacto para el cambio de forma es poco conocido. Las proteínas pueden cambiar de forma cuando sus enlaces de hidrógeno se ven afectados, pero es posible que esto no explique completamente este mecanismo. Cada proteína transportadora es específica de una sustancia y hay un número finito de estas proteínas en cualquier membrana. Esto puede causar problemas en el transporte de suficiente material para que la celda funcione correctamente. Cuando todas las proteínas están unidas a sus ligandos, se saturan y la tasa de transporte es máxima. Aumentar el

gradiente de concentración en este punto no dará como resultado una mayor tasa de transporte.

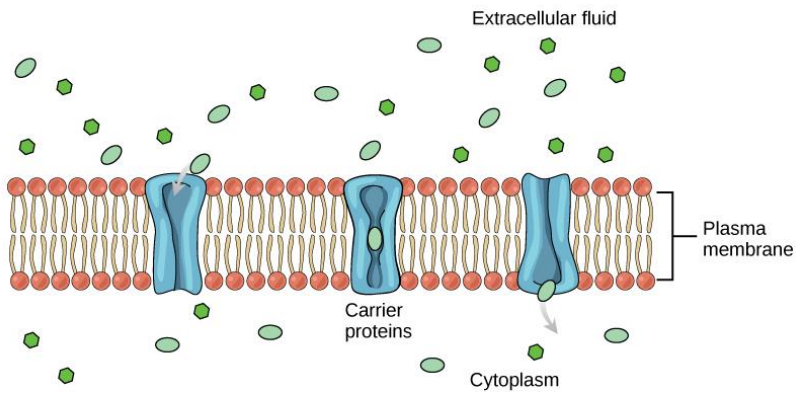


Figura 4.6.9. Gradiante variable para el transporte

Algunas sustancias pueden moverse a favor de su gradiente de concentración a través de la membrana plasmática con la ayuda de proteínas transportadoras. Las proteínas transportadoras cambian de forma a medida que mueven moléculas a través de la membrana. (crédito: modificación de obra de Mariana Ruiz Villareal)

Un ejemplo de este proceso ocurre en el riñón. La glucosa, el agua, las sales, los iones y los aminoácidos que necesita el cuerpo se filtran en una parte del riñón. Este filtrado, que incluye glucosa, luego se reabsorbe en otra parte del riñón. Debido a que solo hay un número finito de proteínas transportadoras de glucosa, si hay más glucosa de la que las proteínas pueden manejar, el exceso no se transporta y se excreta del cuerpo en la orina. En una persona diabética, esto se describe como “derramar glucosa en la orina”. Un grupo diferente de proteínas transportadoras llamadas proteínas transportadoras de glucosa, o GLUT, están involucradas en el transporte de glucosa y otras hexosas a través de las membranas plasmáticas dentro del cuerpo.

Las proteínas de canal y transportadoras transportan material a diferentes velocidades. Las proteínas de canal se transportan mucho más rápido que las proteínas transportadoras. Las proteínas de canal facilitan la difusión a una velocidad de decenas de millones de moléculas por segundo, mientras que las proteínas transportadoras

funcionan a una velocidad de mil a un millón de moléculas por segundo.

- : **Ósmosis**

La ósmosis es el movimiento de moléculas de agua libres a través de una membrana semipermeable según el gradiente de concentración del agua a través de la membrana, que es inversamente proporcional a la concentración de solutos. Mientras que la difusión transporta material a través de las membranas y dentro de las células, la ósmosis transporta *solo agua* a través de una membrana y la membrana limita la difusión de solutos en el agua. No es sorprendente que las acuaporinas que facilitan el movimiento del agua desempeñen un papel importante en la ósmosis, sobre todo en los glóbulos rojos y las membranas de los túbulos renales.

- : **Mecanismo**

La ósmosis es un caso especial de difusión. El agua, como otras sustancias, se mueve de un área de alta concentración de moléculas de agua libre a una de baja concentración de moléculas de agua libre. Una pregunta obvia es ¿qué hace que el agua se mueva? Imagine un vaso de precipitados con una membrana semipermeable que separa los dos lados o mitades (Figura 4.6.10.). En ambos lados de la membrana el nivel del agua es el mismo, pero hay diferentes concentraciones de una sustancia disuelta o soluto**.**, que no puede atravesar la membrana (de lo contrario, las concentraciones en cada lado se equilibrarían con el soluto que cruza la membrana). Si el volumen de la solución en ambos lados de la membrana es el mismo, pero las concentraciones de soluto son diferentes, entonces hay diferentes cantidades de agua, el solvente, en cada lado de la membrana.

Para ilustrar esto, imagina dos vasos llenos de agua. Uno tiene una sola cucharadita de azúcar, mientras que el segundo contiene un cuarto de taza de azúcar. Si el volumen total de las soluciones en ambos vasos es el mismo, ¿cuál vaso contiene más agua? Debido a que la gran cantidad de azúcar en la segunda taza ocupa mucho más espacio que la cucharadita de azúcar en la primera taza, la primera taza tiene más agua.

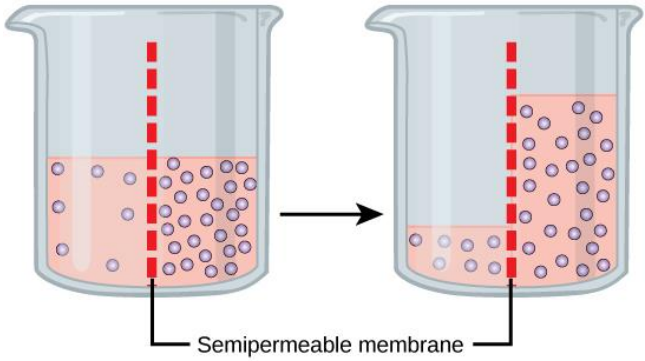


Figura 4.6.10. Ósmosis

En la ósmosis, el agua siempre se mueve de un área de mayor concentración de agua a una de menor concentración. En el diagrama que se muestra, el soluto no puede atravesar la membrana selectivamente permeable, pero el agua sí.

Volviendo al ejemplo del vaso de precipitados, recuerda que tiene una mezcla de solutos a ambos lados de la membrana. Un principio de difusión es que las moléculas se mueven y se distribuirán uniformemente por todo el medio si pueden. Sin embargo, solo el material capaz de atravesar la membrana se difundirá a través de ella. En este ejemplo, el soluto no puede difundirse a través de la membrana, pero el agua sí. El agua tiene un gradiente de concentración en este sistema. Así, el agua se difundirá a favor de su gradiente de concentración, atravesando la membrana hacia el lado donde esté menos concentrada. Esta difusión de agua a través de la membrana (ósmosis) continuará hasta que el gradiente de concentración de agua llegue a cero o hasta que la presión hidrostática del agua equilibre la presión osmótica. La ósmosis procede constantemente en los sistemas vivos.

El ejemplo del vaso de precipitados aquí ocurre en un sistema abierto donde el volumen de fluido puede aumentar y disminuir libremente. Las células, por otro lado, están compuestas de proteínas y otras sustancias incrustadas en el citoplasma acuoso. Estas sustancias podrían considerarse solutos a los efectos de predecir la ósmosis. La membrana celular mantiene la mayoría de

las proteínas y otras sustancias dentro de la célula, lo que hace que la célula tenga una osmolaridad más alta que el agua pura.

Suponga que realiza un experimento en el que coloca glóbulos rojos en un entorno de agua pura. ¿Qué crees que les sucedería a las células? Debido a que la concentración de soluto es mayor en el glóbulo rojo que en el vaso de precipitados, el agua se precipitaría hacia el glóbulo rojo. ¿Qué crees que le pasaría al glóbulo rojo, dado que su membrana celular está formada por una superficie fija? Es probable que los glóbulos rojos sufran hemólisis, donde se hinchan con agua y revientan. Cabe señalar, sin embargo, que la mayoría de las células tienen mecanismos para evitar que absorban demasiada agua. Sin embargo, los glóbulos rojos carecen de estos controles, lo que los hace ideales para estudios de osmolaridad.

Esta es una consideración importante para los médicos que administran medicamentos por vía intravenosa. ¿Cómo tendría que formularse el fármaco, en términos de osmolaridad, para evitar que los glóbulos rojos sufran hemólisis? Para evitar la hemólisis de los glóbulos rojos en la sangre, los fármacos se formulan típicamente en una solución isotónica con la sangre para mantener la osmolaridad.

- : Tonicidad

La tonicidad describe cómo una solución extracelular puede cambiar el volumen de una célula al afectar la ósmosis. La tonicidad de una solución a menudo se correlaciona directamente con la osmolaridad de la solución. Osmolaridad describe la concentración total de soluto de la solución. Una solución con baja osmolaridad tiene una mayor cantidad de moléculas de agua en relación con la cantidad de partículas de soluto; una solución con alta osmolaridad tiene menos moléculas de agua con respecto a las partículas de soluto. En una situación en la que las soluciones de dos osmolaridades diferentes están separadas por una membrana permeable al agua, aunque no al soluto, el agua se moverá desde el lado de la membrana con menor osmolaridad (y más agua) hacia el lado con mayor osmolaridad (y más agua). menos agua). Este efecto tiene sentido si recuerda que el soluto no puede moverse a través de la membrana y, por lo tanto, el único componente del sistema que puede moverse, el agua, se mueve a lo largo de su propio gradiente de concentración. Una distinción importante que concierne a los

sistemas vivos es que la osmolaridad mide el número de partículas (que pueden ser moléculas) en una solución. Por lo tanto, una solución turbia con células puede tener una osmolaridad más baja que una solución clara, si la segunda solución contiene más moléculas disueltas que células.

+ : **Soluciones Hipotónicas**

Se utilizan tres términos, hipotónico, isotónico e hipertónico, para relacionar la osmolaridad de una célula con la osmolaridad del líquido extracelular que contiene las células. En una situación hipotónica, el líquido extracelular tiene una osmolaridad más baja que el líquido dentro de la célula y el agua ingresa a la célula. (En los sistemas vivos, el punto de referencia es siempre el citoplasma, por lo que el prefijo *hipo* - significa que el líquido extracelular tiene una concentración más baja de solutos o una osmolaridad más baja que el citoplasma celular). También significa que el líquido extracelular tiene mayor concentración de agua en la solución que la célula. En esta situación, el agua seguirá su gradiente de concentración y entrará en la celda.

+ : **Soluciones hipertónicas**

En cuanto a una solución hipertónica, el prefijo *hiper* - se refiere al líquido extracelular que tiene una osmolaridad más alta que el citoplasma de la célula; por lo tanto, el fluido contiene menos agua que la célula. Debido a que la célula tiene una concentración de agua relativamente más alta, el agua saldrá de la célula.

+ : **Soluciones isotónicas**

En una solución isotónica, el líquido extracelular tiene la misma osmolaridad que la célula. Si la osmolaridad de la célula coincide con la del líquido extracelular, no habrá movimiento neto de agua hacia adentro o hacia afuera de la célula, aunque el agua seguirá moviéndose hacia adentro y hacia afuera. Las células sanguíneas y las células vegetales en soluciones hipertónicas, isotónicas e hipotónicas adquieren apariencias características (Figura 4.6.11.).

La presión osmótica cambia la forma de los glóbulos rojos en soluciones hipertónicas, isotónicas e hipotónicas (crédito: Mariana Ruiz Villareal)

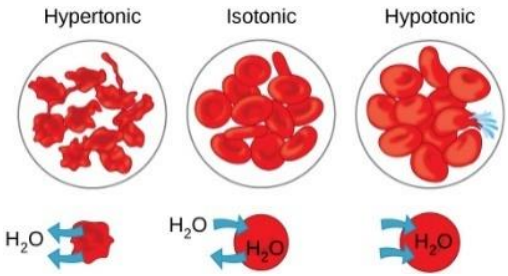


Figura 4.6.11. Soluciones Isotónicas

+ : **Tonicidad en los sistemas vivos**

En un ambiente hipotónico, el agua ingresa a una célula y la célula se hincha. En condiciones isotónicas, las concentraciones relativas de soluto y solvente son iguales en ambos lados de la membrana. No hay movimiento de agua neto; por lo tanto, no hay cambio en el tamaño de la celda. En una solución hipertónica, el agua sale de una célula y la célula se encoge. Si la hipo o la hipercondición llegan a un exceso, las funciones de la célula se ven comprometidas y la célula puede destruirse.

Un glóbulo rojo estallará, o se lisará, cuando se hinche más allá de la capacidad de expansión de la membrana plasmática. Recuerde, la membrana se parece a un mosaico, con espacios discretos entre las moléculas que la componen. Si la célula se hincha y los espacios entre los lípidos y las proteínas se vuelven demasiado grandes, la célula se romperá.

En contraste, cuando las cantidades excesivas de agua dejan un glóbulo rojo, la célula se encoge o acreditan. Esto tiene el efecto de concentrar los solutos que quedan en la célula, hacer que el citosol sea más denso e interfiriendo con la difusión con la célula. La capacidad de la célula para funcionar se cometerá y también puede dar como resultado la muerte de la célula.

Varios seres vivos tienen formas de controlar los efectos de la ósmosis, un mecanismo llamado osmorregulación. Algunos organismos, como plantas, hongos, bacterias y algunos protistas, tienen paredes celulares que rodean la membrana plasmática e impiden la lisis celular en una solución hipotónica. La membrana plasmática solo puede expandirse hasta el límite de la pared celular,

por lo que la célula no se lisará. De hecho, el citoplasma de las plantas siempre es ligeramente hipertónico con respecto al entorno celular, y el agua siempre entrará en una célula si hay agua disponible. Esta entrada de agua produce una presión de turgencia que endurece las paredes celulares de la planta (Figura 4.6.12.). En las plantas no leñosas, la presión de la turgencia sostiene a la planta. Por el contrario, si la planta no se riega, el líquido extracelular se volverá hipertónico, lo que hará que el agua salga de la célula. En esta condición, la célula no se contrae porque la pared celular no es flexible. Sin embargo, la membrana celular se desprende de la pared y contrae el citoplasma. Esto se llama plasmólisis. Las plantas pierden presión de turgencia en esta condición y se marchitan (Figura 4.6.13.).

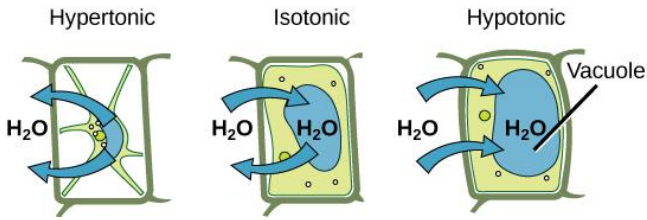


Figura 4.6.12. Presión de Turgencia

La presión de turgencia dentro de una célula vegetal depende de la tonicidad de la solución que la baña. (crédito: modificación del trabajo de Mariana Ruiz Villareal).

Figura 4.6.13. Árboles marchitos por turgencia

Sin agua adecuada, la planta de la izquierda ha perdido presión de turgencia, visible en su marchitamiento; la presión de turgencia se restablece al regarla (derecha). (crédito: Víctor M. Vicente Selvas). La tonicidad es una preocupación para todos los seres vivos. Por ejemplo, los paramecios y las amebas, que son protistas que carecen de paredes celulares, tienen vacuolas contráctiles. Esta vesícula

recoge el exceso de agua de la célula y la bombea, evitando que la célula se lice mientras toma agua de su entorno (Figura 4.6.14.).

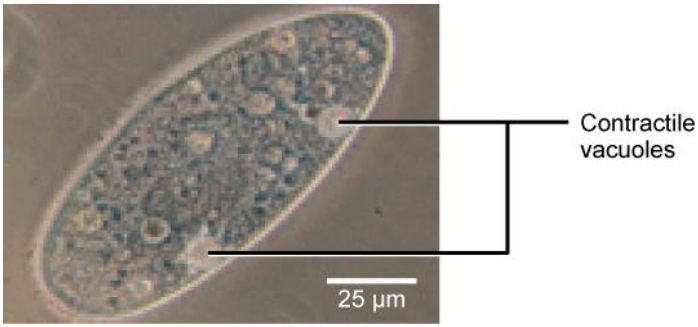


Figura 4.6.14. Tonicidad.

La vacuola contráctil de un paramecio, aquí visualizada usando microscopía de luz de campo brillante con un aumento de 480x, bombea continuamente agua fuera del cuerpo del organismo para evitar que estalle en un medio hipotónico. (crédito: modificación del trabajo de NIH; datos de barra de escala de Matt Russell)

Muchos invertebrados marinos tienen niveles internos de sal acordes con sus entornos, lo que los hace isotónicos con el agua en la que viven. Sin embargo, los peces deben gastar aproximadamente el cinco por ciento de su energía metabólica para mantener la homeostasis osmótica.

Los peces de agua dulce viven en un ambiente hipotónico para sus células. Estos peces toman sal activamente a través de sus branquias y excretan orina diluida para deshacerse del exceso de agua. Los peces de agua salada viven en el ambiente inverso, que es hipertónico para sus células, y secretan sal a través de sus branquias y excretan orina altamente concentrada.

En los vertebrados, los riñones regulan la cantidad de agua en el cuerpo. Los osmorreceptores son células especializadas en el cerebro que monitorean la concentración de solutos en la sangre. Si los niveles de solutos aumentan más allá de cierto rango, se libera una hormona que retarda la pérdida de agua a través del riñón y diluye la sangre a niveles más seguros. Los animales también tienen altas concentraciones de albúmina, que es producida por el hígado, en la sangre. Esta proteína es demasiado grande para atravesar

fácilmente las membranas plasmáticas y es un factor importante en el control de las presiones osmóticas aplicadas a los tejidos.

*** : Transporte en Masa.**

Los mecanismos de transporte activo requieren el uso de la energía de la célula, generalmente en forma de trifosfato de adenosina (ATP). Si una sustancia debe ingresar a la célula en contra de su gradiente de concentración, es decir, si la concentración de la sustancia dentro de la célula es mayor que su concentración en el líquido extracelular (y viceversa), la célula debe usar energía para mover la sustancia. Algunos mecanismos de transporte activo mueven materiales de peso molecular pequeño, como iones, a través de la membrana. Otros mecanismos transportan moléculas mucho más grandes.

+ : **Gradiente electroquímico**

Hemos discutido gradientes de concentración simples (concentraciones diferenciales de una sustancia a través de un espacio o una membrana), pero en los sistemas vivos, los gradientes son más complejos. Dado que los iones entran y salen de las células y que las células contienen proteínas que no se mueven a través de la membrana y que en su mayoría tienen carga negativa, también existe un gradiente eléctrico, una diferencia de carga, a través de la membrana plasmática.

El interior de las células vivas es eléctricamente negativo con respecto al líquido extracelular en el que están bañadas y, al mismo tiempo, las células tienen concentraciones de potasio (K^+) más altas y concentraciones de sodio (Na^+) más bajas que las del líquido extracelular. Entonces, en una célula viva, el gradiente de concentración de Na^+ tiende a impulsarlo hacia el interior de la célula, y el gradiente eléctrico de Na^+ (un ion positivo) también tiende a impulsarlo hacia el interior cargado negativamente.

Sin embargo, la situación es más compleja para otros elementos como el potasio. El gradiente eléctrico de K^+, un ion positivo, también tiende a impulsarlo hacia el interior de la célula, pero el gradiente de concentración de K^+ tiende a expulsar al K^+ *fuera* de la célula (Figura 4.6.15.). El gradiente combinado de concentración y

carga eléctrica que afecta a un ion se denomina gradiente electroquímico.

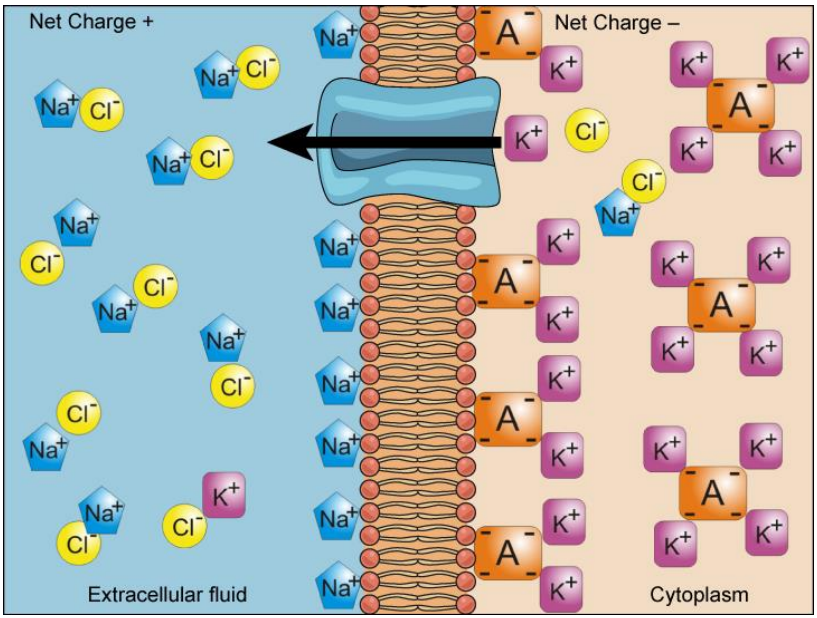


Figura 4.6.15. Gradiente Electroquímico

Los gradientes electroquímicos surgen de los efectos combinados de los gradientes de concentración y los gradientes eléctricos. Las estructuras marcadas con "A" representan proteínas. (crédito: "Synaptitude" /Wikimedia Commons)

+ : Moviéndose contra un gradiente

Para mover sustancias en contra de un gradiente de concentración o electroquímico, la celda debe usar energía. Esta energía se obtiene del ATP generado a través del metabolismo de la célula. Mecanismos de transporte activo, denominados colectivamente bombas**.**, trabajo contra gradientes electroquímicos. Pequeñas sustancias pasan constantemente a través de las membranas plasmáticas. El transporte activo mantiene las concentraciones de iones y otras sustancias que necesitan las células vivas frente a estos movimientos pasivos. Gran parte del suministro de energía metabólica de una célula puede gastarse en mantener estos procesos. (La mayor parte de la energía metabólica de un glóbulo rojo se usa para mantener el

desequilibrio entre los niveles de sodio y potasio exterior e interior requeridos por la célula). Debido a que los mecanismos de transporte activo dependen del metabolismo de una célula para obtener energía, son sensibles a muchos venenos metabólicos que interfieren con el suministro de ATP.

Existen dos mecanismos para el transporte de material de peso molecular pequeño y moléculas pequeñas. El transporte activo primario mueve iones a través de una membrana y crea una diferencia de carga a través de esa membrana, que depende directamente del ATP. El transporte activo secundario describe el movimiento de material que se debe al gradiente electroquímico establecido por el transporte activo primario que no requiere ATP directamente.

+ : **Proteínas transportadoras para transporte activo**

Una importante adaptación de la membrana para el transporte activo es la presencia de proteínas transportadoras o bombas específicas para facilitar el movimiento: hay tres tipos de estas proteínas o transportadores (Figura 4.5.16.).

Un uniportador transporta un ion o molécula específica. Un simportador transporta dos iones o moléculas diferentes, ambos en la misma dirección. Un antiportador también transporta dos iones o moléculas diferentes, pero en diferentes direcciones. Todos estos transportadores también pueden transportar pequeñas moléculas orgánicas sin carga como la glucosa. Estos tres tipos de proteínas transportadoras también se encuentran en la difusión facilitada, pero no requieren ATP para funcionar en ese proceso. Algunos ejemplos de bombas para transporte activo son Na^+-K^+ ATPasa, que transporta iones de sodio y potasio, y H^+ - K^+ ATPasa, que transporta iones de hidrógeno y potasio. Ambos son proteínas transportadoras antiportadoras.

Otras dos proteínas transportadoras son Ca^{2+} ATPasa y H^+ ATPasa, que transportan solo iones de calcio y solo de hidrógeno, respectivamente. Ambos son bombas.

Un uniportador transporta una molécula o ion. Un simportador transporta dos moléculas o iones diferentes, ambos en la misma dirección. Un antiportador también transporta dos moléculas o

iones diferentes, pero en diferentes direcciones. (crédito: modificación del trabajo de “Lupask” /Wikimedia Commons)

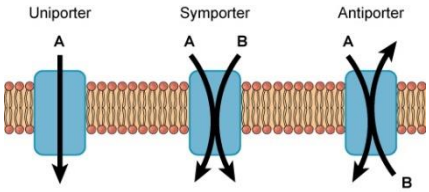


Figura 4.6.16. Transportadores

El transporte activo primario que funciona con el transporte activo de sodio y potasio permite que ocurra el transporte activo secundario. El segundo método de transporte todavía se considera activo porque depende del uso de energía al igual que el transporte primario (ejemplo ilustrativo).

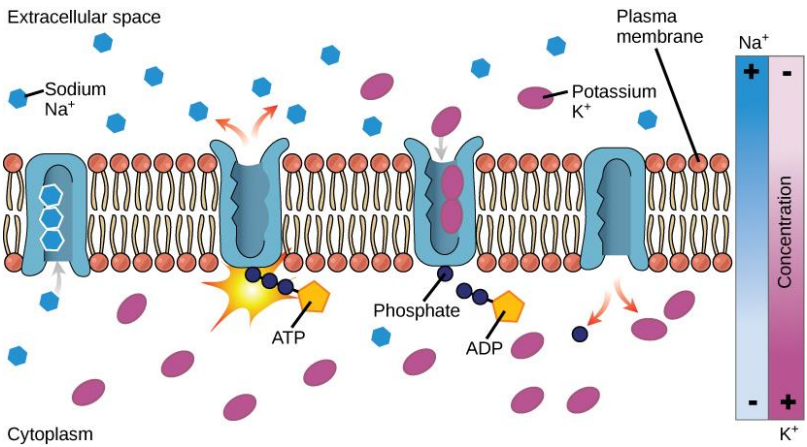


Figura 4.6.17. Secuencia de ionización

El transporte activo primario mueve iones a través de una membrana, creando un gradiente electroquímico (transporte electrogénico). (crédito: modificación de obra de Mariana Ruiz Villareal)

Una de las bombas más importantes en las células animales es la bomba sodio-potasio (Na^+ -K^+ ATPasa), que mantiene el gradiente electroquímico (y las concentraciones correctas de Na^+ y K^+) en las células vivas. La bomba de sodio-potasio mueve K^+ hacia la célula mientras saca Na^+ al mismo tiempo, en una proporción de tres

Na^+ por cada dos iones K^+ que entran. La Na^+ -K^+ ATPasa existe en dos formas, dependiendo en su orientación hacia el interior o el exterior de la célula y su afinidad por los iones de sodio o potasio. El proceso consta de los siguientes seis pasos:

1. Con la enzima orientada hacia el interior de la célula, el transportador tiene una gran afinidad por los iones de sodio. Tres iones se unen a la proteína.

2. La proteína portadora hidroliza ATP y se le une un grupo fosfato de baja energía.

3. Como resultado, el soporte cambia de forma y se reorienta hacia el exterior de la membrana. La afinidad de la proteína por el sodio disminuye y los tres iones de sodio abandonan el transportador.

4. El cambio de forma aumenta la afinidad del transportador por los iones de potasio, y dos de esos iones se adhieren a la proteína. Posteriormente, el grupo fosfato de baja energía se separa del transportador.

5. Con el grupo fosfato eliminado y los iones de potasio adheridos, la proteína transportadora se reposiciona hacia el interior de la célula.

6. La proteína transportadora, en su nueva configuración, tiene una menor afinidad por el potasio y los dos iones se liberan al citoplasma. La proteína ahora tiene una mayor afinidad por los iones de sodio y el proceso comienza de nuevo.

Varias cosas han sucedido como resultado de este proceso. En este punto, hay más iones de sodio fuera de la célula que dentro y más iones de potasio dentro que fuera. Por cada tres iones de sodio que salen, entran dos iones de potasio. Esto hace que el interior sea ligeramente más negativo en relación con el exterior. Esta diferencia de carga es importante para crear las condiciones necesarias para el proceso secundario. Por lo tanto, la bomba de sodio-potasio es una **bomba electrogénica** (una bomba que crea un desequilibrio de carga) que contribuye al potencial de membrana. ¿Qué pasará con la apertura de la bomba de sodio-potasio si no hay ATP en una célula?

a. Permanecerá de cara al espacio extracelular, con los iones de sodio unidos.

b. Permanecerá de cara al espacio extracelular, con los iones de potasio unidos.

c. Permanecerá frente al citoplasma, pero no se unirán los iones de sodio.

d. Permanecerá de cara al citoplasma, con los iones de sodio unidos.

+ : **Transporte Activo Secundario (Cotransporte)**

El transporte activo secundario utiliza la energía cinética de los iones de sodio para llevar otros compuestos, en contra de su gradiente de concentración, a la célula. A medida que las concentraciones de iones de sodio se acumulan fuera de la membrana plasmática debido al proceso de transporte activo primario, se crea un gradiente electroquímico. Si existe una proteína de canal y está abierta, los iones de sodio se moverán a favor de su gradiente de concentración a través de la membrana.

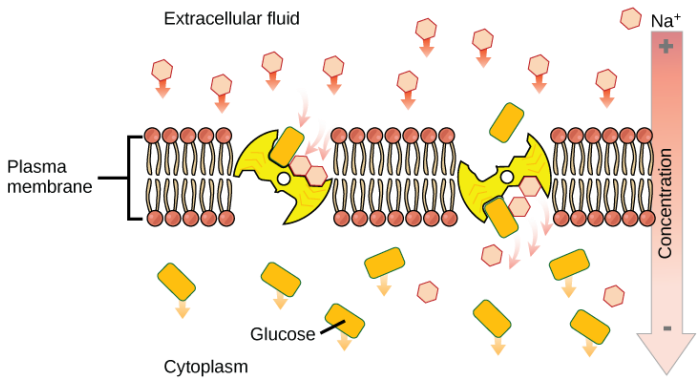


Figura 4.6.18. Transporte activo secundario

Este movimiento transporta otras sustancias que deben unirse a la misma proteína de transporte para que los iones de sodio se muevan a través de la membrana (Figura 5.19).). Muchos aminoácidos, así como la glucosa, ingresan a una célula de esta manera. Este proceso secundario también se utiliza para almacenar iones de hidrógeno de alta energía en las mitocondrias de las células animales y vegetales

para la producción de ATP. La energía potencial que se acumula en los iones de hidrógeno almacenados se traduce en energía cinética a medida que los iones pasan por el canal de proteína ATP sintasa, y esa energía se utiliza para convertir ADP en ATP.

Un gradiente electroquímico, creado por el transporte activo primario, puede mover otras sustancias en contra de sus gradientes de concentración, un proceso llamado cotransporte o transporte activo secundario. (crédito: modificación de obra de Mariana Ruiz Villareal).

*** : Transporte a Granel**

Además de mover pequeños iones y moléculas a través de la membrana, las células también necesitan eliminar y absorber moléculas y partículas más grandes (consulte la tabla 6.2. para ver ejemplos). Algunas células son incluso capaces de engullir microorganismos unicelulares enteros. Es posible que haya planteado correctamente la hipótesis de que la absorción y liberación de partículas grandes por parte de la célula requiere energía. Sin embargo, una partícula grande no puede atravesar la membrana, ni siquiera con la energía suministrada por la célula.

+ : **Endocitosis**

La endocitosis es un tipo de transporte activo que mueve partículas, como moléculas grandes, partes de células e incluso células enteras, hacia el interior de una célula. Existen diferentes variaciones de endocitosis, pero todas comparten una característica común: la membrana plasmática de la célula se invagina, formando una bolsa alrededor de la partícula diana. El bolsillo se pellizca, lo que da como resultado que la partícula quede contenida en una vesícula intracelular recién creada formada a partir de la membrana plasmática.

+ : **Fagocitosis**

La fagocitosis (la condición de "comer células") es el proceso por el cual una célula absorbe partículas grandes, como células o partículas relativamente grandes. Por ejemplo, cuando los microorganismos invaden el cuerpo humano, un tipo de glóbulo blanco llamado neutrófilo eliminará a los invasores a través de este proceso,

rodeando y engullendo al microorganismo, que luego es destruido por el neutrófilo (Figura 4.6.19.).

En la fagocitosis, la membrana celular rodea la partícula y la engulle. (crédito: Mariana Ruiz Villareal)

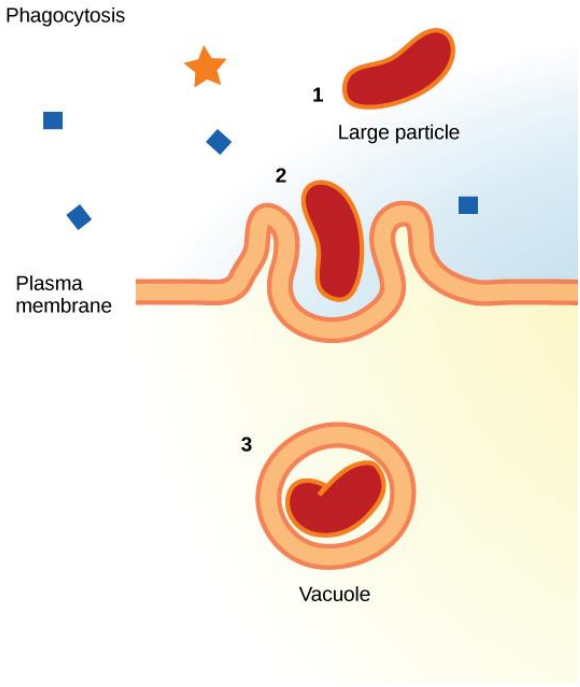


Figura 4.6.19. Fagocitosis

En preparación para la fagocitosis, una porción de la superficie de la membrana plasmática que mira hacia adentro se recubre con una proteína llamada clatrina, que estabiliza esta sección de la membrana.

La porción recubierta de la membrana luego se extiende desde el cuerpo de la célula y rodea la partícula, encerrándola eventualmente. Una vez que la vesícula que contiene la partícula está encerrada dentro de la célula, la clatrina se desprende de la membrana y la vesícula se fusiona con un lisosoma para la descomposición del material en el compartimento recién formado (endosoma). Cuando se han extraído los nutrientes accesibles de la degradación del contenido vesicular, la endosoma, recién formado, se fusiona con la membrana plasmática y libera su contenido en el

líquido extracelular. La membrana endosómica vuelve a formar parte de la membrana plasmática.

+ : Pinocitosis

Una variación de la endocitosis se llama **pinocitosis**. Esto literalmente significa "beber de la célula" y fue nombrado en un momento en que se suponía que la célula estaba absorbiendo líquido extracelular a propósito. En realidad, este es un proceso que toma moléculas, incluida el agua, que la célula necesita del líquido extracelular. La pinocitosis da como resultado una vesícula mucho más pequeña que la fagocitosis, y la vesícula no necesita fusionarse con un lisosoma (Figura 4.6.20.).

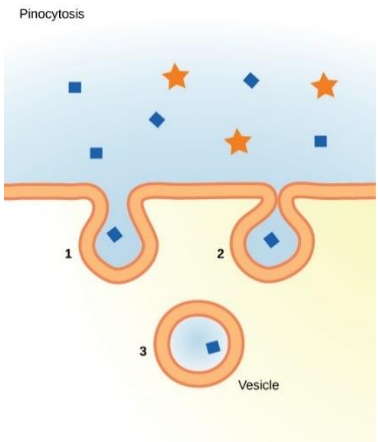


Figura 4.6.20. Pinocitosis

En la pinocitosis, la membrana celular se invagina, rodea un pequeño volumen de líquido y se desprende. (crédito: Mariana Ruiz Villareal)

Una variación de la pinocitosis se llama potocitosis. Este proceso utiliza una proteína de recubrimiento, llamada caveolina, en el lado citoplásmico de la membrana plasmática, que realiza una función similar a la clatrina. Las cavidades de la membrana plasmática que forman las vacuolas tienen receptores de membrana y balsas lipídicas además de caveolina. Las vacuolas o vesículas formadas en las caveolas (caveola singular) son más pequeñas que las de la pinocitosis. La potocitosis se utiliza para introducir moléculas pequeñas en la célula y transportar estas moléculas a través de la célula para su liberación al otro lado de la célula, un proceso llamado

transcitosis. En algunos casos, las caveolas entregan su carga a organelos membranosos como el RE.

+ : Endocitosis mediada por receptor

Una variación dirigida de la endocitosis emplea proteínas receptoras en la membrana plasmática que tienen una afinidad de unión específica por ciertas sustancias (Figura 4.6.21.).

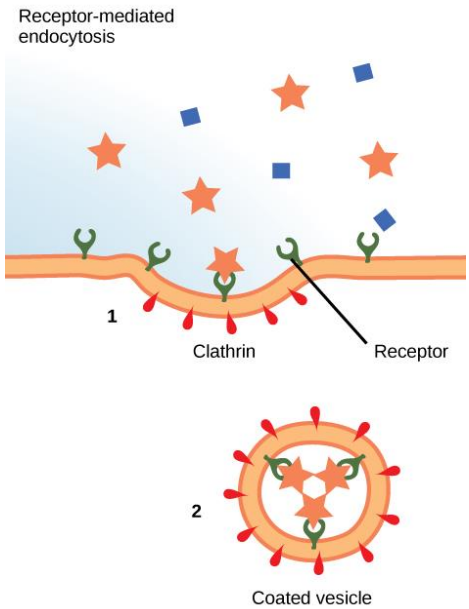


Figura 4.6.21 Endocitosis

En la endocitosis mediada por receptores, la captación de sustancias por parte de la célula se dirige a un solo tipo de sustancia que se une al receptor en la superficie externa de la membrana celular. (crédito: modificación de obra de Mariana Ruiz Villareal)

En la endocitosis mediada por receptores, como en la fagocitosis, la clatrina se une al lado citoplásmico de la membrana plasmática. Si la captación de un compuesto depende de la endocitosis mediada por receptores y el proceso es ineficaz, el material no se eliminará de los fluidos tisulares o de la sangre. En cambio, permanecerá en esos fluidos y aumentará su concentración. Algunas enfermedades humanas son causadas por el fracaso de la endocitosis mediada por receptores. Por ejemplo, la forma de colesterol denominada

lipoproteína de baja densidad o LDL (también conocida como colesterol "malo") se elimina de la sangre mediante endocitosis mediada por receptores. En la hiper colesterolemia familiar, una enfermedad genética humana, los receptores de LDL son defectuosos o faltan por completo. Las personas con esta afección tienen niveles de colesterol en la sangre que ponen en peligro su vida, porque sus células no pueden eliminar las partículas de LDL de la sangre.

Aunque la endocitosis mediada por receptores está diseñada para llevar sustancias específicas que normalmente se encuentran en el líquido extracelular a la célula, otras sustancias pueden ingresar a la célula en el mismo sitio. Los virus de la gripe, la difteria y la toxina del cólera tienen sitios que reaccionan de forma cruzada con los sitios normales de unión al receptor y logran entrar en las células.

+ : Exocitosis

El proceso inverso de mover material a una célula es el proceso de exocitosis. **La exocitosis** es lo opuesto a los procesos discutidos anteriormente, ya que su propósito es expulsar material de la célula al líquido extracelular. El material de desecho está envuelto en una membrana y se fusiona con el interior de la membrana plasmática.

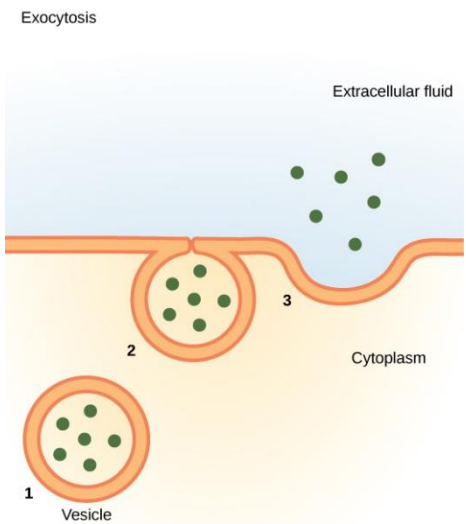


Figura 4.6.22. Exocitosis

Esta fusión abre la envoltura membranosa en el exterior de la célula y el material de desecho se expulsa al espacio extracelular (Figura 4.6.22.). Otros ejemplos de células que liberan moléculas por exocitosis incluyen la secreción de proteínas de la matriz extracelular y la secreción de neurotransmisores en la hendidura sináptica por vesículas sinápticas. En la exocitosis, las vesículas que contienen sustancias se fusionan con la membrana plasmática. Luego, el contenido se libera al exterior de la celda. (crédito: modificación de obra de Mariana Ruiz Villareal)

Métodos de transporte, requisitos de energía y tipos de material transportado

Método de transporte	**Activo pasivo**	**Material Transportado**
Difusión	Pasivo	Material de peso molecular pequeño
Ósmosis	Pasivo	Agua
Transporte/difusión facilitados	Pasivo	Sodio, potasio, calcio, glucosa
Transporte activo primario	Activo	Sodio, potasio, calcio
Transporte secundario	Activo	Aminoácidos, lactosa
fagocitosis	Activo	Grandes macromoléculas, células enteras o estructuras celulares
Pinocitosis y potocitosis	Activo	Moléculas pequeñas (líquidos/agua)
Endocitosis mediada por receptor	Activo	Grandes cantidades de macromoléculas

Tabla 4.6.2

Capítulo VII : Energía y metabolismo

Todos los organismos vivos necesitan energía para crecer y reproducirse, mantener sus estructuras y responder a sus entornos. El metabolismo es el conjunto de procesos químicos que mantienen la vida que permiten a los organismos transformar la energía química almacenada en moléculas en energía que puede ser utilizada para procesos celulares. Los animales consumen alimentos para reponer energía; su metabolismo descompone los carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos para proporcionar energía química para estos procesos. Las plantas convierten la energía luminosa del sol en energía química almacenada en moléculas durante el proceso de fotosíntesis.

*** : Bioenergética y Reacciones Químicas**

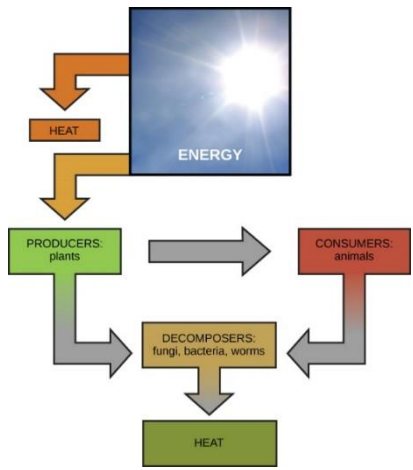


Figura 4.7.1. La mayoría de las formas de vida en la tierra obtienen su energía del sol. Las plantas usan la fotosíntesis para capturar la luz solar y los herbívoros comen

esas plantas para obtener energía. Los carnívoros se comen a los herbívoros y los descomponedores digieren materia vegetal y animal.

Los científicos usan el término bioenergética para discutir el concepto de flujo de energía (Figura 4.7.1.) a través de los sistemas vivos, como las células. Los procesos celulares, como la construcción y descomposición de moléculas complejas, ocurren a través de reacciones químicas graduales. Algunas de estas reacciones químicas son espontáneas y liberan energía, mientras que otras requieren energía para proceder. Todas las reacciones químicas que tienen lugar dentro de las células, incluidas las que usan energía y las que liberan energía, son el metabolismo de la célula.

+ : Metabolismo Celular

Toda tarea que realizan los organismos vivos requiere energía. Se necesita energía para realizar trabajos pesados y hacer ejercicio, pero los humanos también usan mucha energía mientras piensan e incluso mientras duermen. Por cada acción que requiere energía, se producen muchas reacciones químicas para proporcionar energía química a los sistemas del cuerpo, incluidos los músculos, los nervios, el corazón, los pulmones y el cerebro.

Las células vivas de cada organismo utilizan constantemente la energía para sobrevivir y crecer. Las células descomponen los carbohidratos complejos en azúcares simples que la célula puede usar para obtener energía. Las células musculares pueden consumir energía para construir proteínas musculares largas a partir de pequeñas moléculas de aminoácidos. Las moléculas pueden modificarse y transportarse alrededor de la célula o pueden distribuirse a todo el organismo. Así como se requiere energía tanto para construir como para demoler un edificio, se requiere energía tanto para la síntesis como para la descomposición de moléculas.

Muchos procesos celulares requieren un suministro constante de energía proporcionada por el metabolismo de la célula. Las moléculas de señalización como las hormonas y los neurotransmisores deben sintetizarse y luego transportarse entre las células. Las bacterias y los virus patógenos son ingeridos y degradados por las células. Las células también deben exportar desechos y toxinas para mantenerse saludables, y muchas células

deben nadar o mover los materiales circundantes a través del movimiento de latido de apéndices celulares como cilios y flagelos.

Figura 4.7.2. Comer proporciona energía para actividades como el vuelo: Un colibrí necesita energía para mantener periodos prolongados de vuelo. El colibrí obtiene su energía tomando alimentos y transformando los nutrientes en energía a través de una serie de reacciones bioquímicas. Los músculos de vuelo en las aves son extremadamente eficientes en la producción de energía.

Así como los seres vivos deben consumir continuamente alimentos para reponer lo que se ha utilizado, las células deben producir continuamente más energía para reponer la utilizada por las muchas reacciones químicas que requieren energía y que tienen lugar constantemente. Todas las reacciones químicas que tienen lugar dentro de las células, incluidas las que usan energía y las que liberan energía, son el metabolismo de la célula.

*** : Metabolismo de los Hidratos de Carbono**

El metabolismo del azúcar (un carbohidrato simple) es un ejemplo clásico de los muchos procesos celulares que usan y producen energía. Los seres vivos consumen azúcar como principal fuente de energía, porque las moléculas de azúcar tienen una gran cantidad de energía almacenada dentro de sus enlaces. La descomposición de la glucosa, un azúcar simple, se describe mediante la ecuación:

$C_6H_{12}O_6+6O_2 \rightarrow 6CO_2+6H_2O$ + energía$C_6H_{12}O_6+6O_2 \rightarrow 6CO_2+6H_2O$+energía

Los carbohidratos que se consumen tienen su origen en organismos fotosintéticos como las plantas (Figura 4.7.1.). Durante la fotosíntesis, las plantas utilizan la energía de la luz solar para convertir el gas dióxido de carbono (CO_2) en moléculas de azúcar, como la glucosa ($C_6 H_{12} O_6$). Debido a que este proceso implica

sintetizar una molécula más grande que almacena energía, requiere una entrada de energía para continuar. La síntesis de glucosa se describe mediante esta ecuación (nótese que es la inversa de la ecuación anterior):

$C_6H_{12}O_6+6O_2+$ energía $\rightarrow C_6H_{12}O_6+6O_26CO_2+6H_2O+$energía$\rightarrow C_6H_{12}O_6+6O_2$

Durante las reacciones químicas de la fotosíntesis, la energía se proporciona en forma de una molécula de muy alta energía llamada ATP, o trifosfato de adenosina, que es la principal moneda de energía de todas las células. Así como el dólar se usa como moneda para comprar bienes, las células usan moléculas de ATP como moneda de energía para realizar un trabajo inmediato. El azúcar (glucosa) se almacena como almidón o glucógeno. Los polímeros que almacenan energía como estos se descomponen en glucosa para suministrar moléculas de ATP.

Se requiere energía solar para sintetizar una molécula de glucosa durante las reacciones de la fotosíntesis. En la fotosíntesis, la energía luminosa del sol se transforma inicialmente en energía química que se almacena temporalmente en las moléculas transportadoras de energía ATP y NADPH (nicotinamida adenina dinucleótido fosfato). La energía almacenada en ATP y NADPH se usa luego en la fotosíntesis para construir una molécula de glucosa a partir de seis moléculas de CO_2.

Este proceso es similar a desayunar en la mañana para adquirir energía para su cuerpo que pueda usarse más tarde en el día. En condiciones ideales, se requiere energía de 18 moléculas de ATP para sintetizar una molécula de glucosa durante las reacciones de la fotosíntesis. Las moléculas de glucosa también se pueden combinar y convertir en otros tipos de azúcares. Cuando se consumen azúcares, las moléculas de glucosa finalmente llegan a cada célula viva del organismo.

Dentro de la célula, cada molécula de azúcar se descompone a través de una serie compleja de reacciones químicas. El objetivo de estas reacciones es recolectar la energía almacenada dentro de las moléculas de azúcar. La energía recolectada se usa para producir moléculas de ATP de alta energía, que se pueden usar para realizar trabajo, impulsando muchas reacciones químicas en la célula.

La cantidad de energía necesaria para producir una molécula de glucosa a partir de seis moléculas de dióxido de carbono es de 18 moléculas de ATP y 12 moléculas de NADPH (cada una de las cuales equivale energéticamente a tres moléculas de ATP), o un total de 54 moléculas de ATP equivalentes. necesarios para la síntesis de una molécula de glucosa. Este proceso es una forma fundamental y eficiente para que las células generen la energía molecular que necesitan.

Figura 4.7.2. Energía de las plantas a los animales

Las plantas, como este roble, usan la energía de la luz solar para producir azúcar y otras moléculas orgánicas. Tanto las plantas como los animales, como esta ardilla, utilizan la respiración celular para obtener energía de las moléculas orgánicas producidas originalmente por las plantas.

+ : Vías metabólicas

Los procesos de elaboración y descomposición de las moléculas de azúcar ilustran dos tipos de vías metabólicas. Una ruta metabólica es una serie de reacciones bioquímicas interconectadas que convierten una molécula o moléculas de sustrato, paso a paso, a través de una serie de intermediarios metabólicos, y finalmente producen un producto o productos finales. En el caso del metabolismo del azúcar, la primera vía metabólica sintetizó azúcar a partir de moléculas más pequeñas y la otra vía descompuso el azúcar en moléculas más pequeñas. Estos dos procesos opuestos, el primero que requiere energía y el segundo que produce energía, se conocen como vías anabólicas (construcción) y catabólicas (descomposición),

respectivamente. En consecuencia, el metabolismo se compone de construcción (anabolismo) y degradación (catabolismo).

+ : Evolución de las vías metabólicas

Hay más en la complejidad del metabolismo que solo comprender las vías metabólicas. La complejidad metabólica varía de un organismo a otro. La fotosíntesis es la vía principal en la que los organismos fotosintéticos como las plantas (la mayoría de la fotosíntesis global la realizan las algas planctónicas) recolectan la energía del sol y la convierten en carbohidratos.

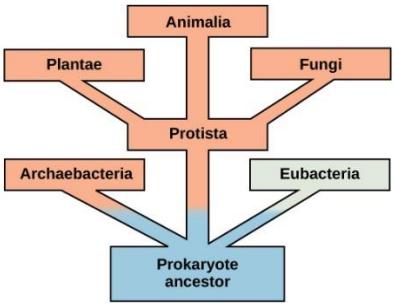


Figura 4.7.3. Evolución de las vías metabólicas

Este árbol muestra la evolución de las diversas ramas de la vida. La dimensión vertical es el tiempo. Las primeras formas de vida, en azul, usaban el metabolismo anaeróbico para obtener energía de su entorno.

El subproducto de la fotosíntesis es el oxígeno, requerido por algunas células para llevar a cabo la respiración celular. Durante la respiración celular, el oxígeno ayuda en la descomposición catabólica de los compuestos de carbono, como los carbohidratos. Entre los productos de este catabolismo se encuentran el CO_2 y el ATP. Además, algunos eucariotas realizan procesos catabólicos sin oxígeno (fermentación); es decir, realizan o utilizan el metabolismo anaeróbico.

Los organismos probablemente desarrollaron un metabolismo anaeróbico para sobrevivir (los organismos vivos surgieron hace unos 3.800 millones de años, cuando la atmósfera carecía de oxígeno). A pesar de las diferencias entre los organismos y la

complejidad del metabolismo, los investigadores han descubierto que todas las ramas de la vida comparten algunas de las mismas rutas metabólicas, lo que sugiere que todos los organismos evolucionaron a partir del mismo ancestro común antiguo (Figura 4.7.3.). La evidencia indica que, con el tiempo, las vías se separaron y se agregaron enzimas especializadas para permitir que los organismos se adaptaran mejor a su entorno, aumentando así sus posibilidades de supervivencia. Sin embargo, el principio subyacente sigue siendo que todos los organismos deben recolectar energía de su entorno y convertirla en ATP para llevar a cabo las funciones celulares.

+ : Vías anabólicas y catabólicas

Las vías anabólicas (síntesis consumidora de energía), requieren un aporte de energía para sintetizar moléculas complejas a partir de otras más simples. Sintetizar azúcar a partir de CO_2 es un ejemplo. Otros ejemplos son la síntesis de proteínas grandes a partir de bloques de construcción de aminoácidos y la síntesis de nuevas cadenas de ADN a partir de bloques de construcción de ácido nucleico. Estos procesos biosintéticos son críticos para la vida de la célula, tienen lugar constantemente y demandan energía proporcionada por ATP y otras moléculas de alta energía como NADH (nicotinamida adenina dinucleótido) y NADPH (Figura 4.7.4.).

El ATP es una molécula importante para que las células tengan un suministro suficiente en todo momento. La descomposición de los azúcares ilustra cómo una sola molécula de glucosa puede almacenar suficiente energía para producir una gran cantidad de ATP, de 36 a 38 moléculas. Esta es una vía catabólica. Las vías catabólicas involucran la degradación (producción de energía o descomposición de moléculas complejas en otras más simples). La energía molecular almacenada en los enlaces de moléculas complejas se libera en vías catabólicas y se recolecta de tal manera que puede usarse para producir ATP. Otras moléculas que almacenan energía, como las grasas, también se descomponen mediante reacciones catabólicas similares para liberar energía y producir ATP (Figura 4.7.4.).

Las vías anabólicas son aquellas que requieren energía para sintetizar moléculas más grandes. Las vías catabólicas son aquellas

que generan energía al descomponer moléculas más grandes. Se requieren ambos tipos de vías para mantener el equilibrio energético de la célula.

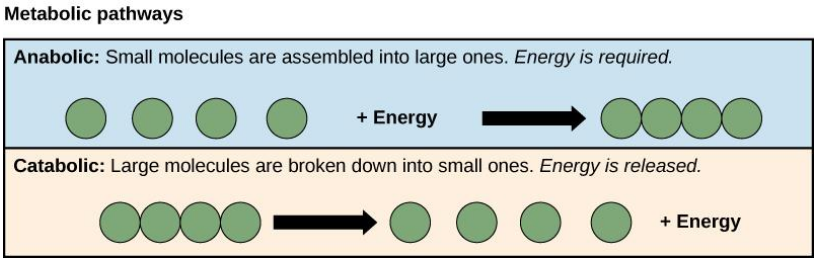


Figura 4.7.4. Vías metabólicas

Es importante saber que las reacciones químicas de las rutas metabólicas no ocurren espontáneamente. Cada paso de la reacción es facilitado o catalizado por una proteína llamada enzima. Las enzimas son importantes para catalizar todo tipo de reacciones biológicas, tanto las que requieren energía como las que la liberan.

*** : Energía Potencial, Cinética, Libre y de Activación**

La energía se define como la capacidad de realizar un trabajo. Como has aprendido, la energía existe en diferentes formas. Por ejemplo, la energía eléctrica, la energía luminosa y la energía térmica son diferentes tipos de energía. Si bien todos estos son tipos familiares de energía que uno puede ver o sentir, hay otro tipo de energía que es mucho menos tangible. Esta energía está asociada con algo tan simple como un objeto sostenido sobre el suelo. Para apreciar la forma en que la energía entra y sale de los sistemas biológicos, es importante entender más sobre los diferentes tipos de energía que existen en el mundo físico.

+ : **Tipos de energía**

Cuando un objeto está en movimiento, hay energía asociada con ese objeto. En el ejemplo de un avión en vuelo, hay una gran cantidad de energía asociada con el movimiento del avión. Esto se debe a que los objetos en movimiento son capaces de representar un cambio o realizar un trabajo. Piensa en una bola de demolición. Incluso una bola de demolición que se mueve lentamente puede causar mucho

daño a otros objetos. Sin embargo, una bola de demolición que no está en movimiento es incapaz de realizar trabajo. La energía asociada con los objetos en movimiento se llama energía cinética. Una bala veloz, una persona que camina, el rápido movimiento de las moléculas en el aire (que produce calor) y la radiación electromagnética como la luz, todos tienen energía cinética.

Ahora, ¿qué pasa si esa misma bola de demolición inmóvil se levanta dos pisos por encima de un automóvil con una grúa? Si la bola de demolición suspendida no se mueve, ¿hay energía asociada con ella? La respuesta es sí. La bola de demolición suspendida tiene asociada una energía que es fundamentalmente diferente de la energía cinética de los objetos en movimiento. Esta forma de energía resulta del hecho de que existe el *potencial* para que la bola de demolición haga trabajo. Si se libera, de hecho, funcionaría.

Debido a que este tipo de energía se refiere al potencial para realizar un trabajo, se denomina energía potencial. Los objetos transfieren su energía entre cinética y potencial de la siguiente manera: Mientras la bola de demolición cuelga inmóvil, tiene 0 cinética y 100 por ciento de energía potencial. Una vez que se libera, su energía cinética comienza a aumentar porque aumenta la velocidad debido a la gravedad. Al mismo tiempo, a medida que se acerca al suelo, pierde energía potencial.

En algún lugar a mediados de otoño tiene un 50 por ciento de energía cinética y un 50 por ciento de energía potencial. Justo antes de tocar el suelo, la pelota casi ha perdido su energía potencial y tiene una energía cinética casi máxima. Otros ejemplos de energía potencial incluyen la energía del agua retenida detrás de una represa (Figura 4.7.5.), o una persona a punto de lanzarse en paracaídas desde un avión.

El agua detrás de una represa tiene energía potencial. El agua en movimiento, como en una cascada o un río que fluye rápidamente, tiene energía cinética. (crédito “presa”: modificación de la obra por "Pascal"/Flickr; crédito “cascada”: modificación de la obra por Frank Gualtieri). La energía potencial no solo está asociada con la ubicación de la materia (como un niño sentado en la rama de un árbol), sino también con la estructura de la materia.

Figura 4.7.5. Energía Potencial, Represa

Un resorte en el suelo tiene energía potencial si se comprime; también lo hace una banda elástica que se tensa. La existencia misma de las células vivas depende en gran medida de la energía potencial estructural. A nivel químico, los enlaces que mantienen unidos los átomos de las moléculas tienen energía potencial. Recuerde que las vías celulares anabólicas requieren energía para sintetizar moléculas complejas a partir de otras más simples, y las vías catabólicas liberan energía cuando se descomponen moléculas complejas.

El hecho de que la ruptura de ciertos enlaces químicos pueda liberar energía implica que esos enlaces tienen energía potencial. De hecho, hay energía potencial almacenada dentro de los enlaces de todas las moléculas de alimentos que comemos, que finalmente se aprovecha para su uso.

Las moléculas de la gasolina (octano, la fórmula química que se muestra) contienen energía química dentro de los enlaces químicos. Esta energía se transforma en energía cinética que permite que un automóvil corra en una pista de carreras. (crédito "coche": modificación del trabajo de Russell Trow)

Esto se debe a que estos enlaces pueden liberar energía cuando se rompen. El tipo de energía potencial que existe dentro de los enlaces químicos y se libera cuando esos enlaces se rompen se llama energía química (Figura 4.7.6.). La energía química es responsable de proporcionar a las células vivas la energía de los alimentos. La liberación de energía se produce al romper los enlaces moleculares dentro de las moléculas de combustible.

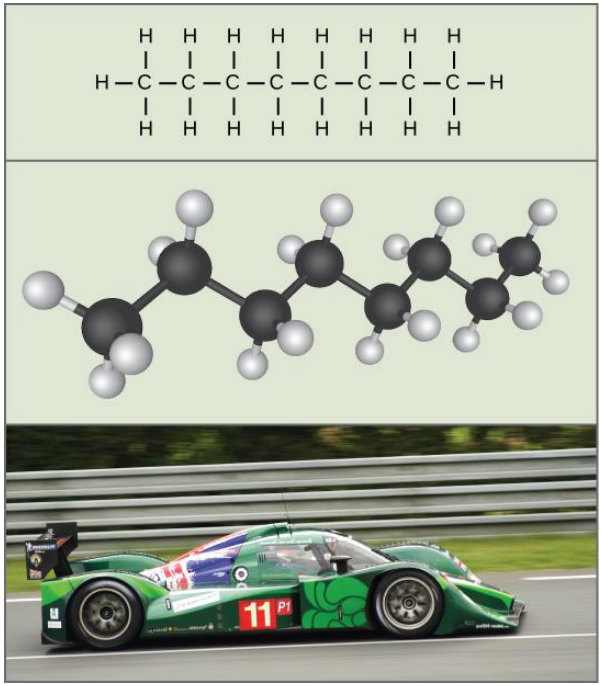


Figura 4.7.6. Energía Química, gasolina.

*** : Energía gratis**

Después de aprender que las reacciones químicas liberan energía cuando se rompen los enlaces que almacenan energía, la próxima pregunta importante es ¿cómo se cuantifica y expresa la energía asociada con las reacciones químicas? ¿Cómo se puede comparar la energía liberada de una reacción con la de otra reacción? Una medida de la energía libre se utiliza para cuantificar estas transferencias de energía. La energía libre se llama energía libre de Gibbs (abreviada con la letra G) en honor a Josiah Willard Gibbs, el científico que desarrolló la medida.

De acuerdo con la segunda ley de la termodinámica, todas las transferencias de energía implican la pérdida de cierta cantidad de energía en una forma inutilizable, como el calor, lo que genera entropía. La energía libre de Gibbs se refiere específicamente a la energía asociada con una reacción química que está disponible después de tener en cuenta la entropía. En otras palabras, la energía libre de Gibbs es energía utilizable, o energía que está disponible para realizar trabajo.

Cada reacción química implica un cambio en la energía libre, llamado delta G (ΔG). El cambio en la energía libre se puede calcular para cualquier sistema que experimente tal cambio, como una reacción química. Para calcular ΔG, reste la cantidad de energía perdida por la entropía (indicada como ΔS) del cambio de energía total del sistema. Este cambio de energía total en el sistema se llama entalpía y se denota como ΔH. La fórmula para calcular ΔG es la siguiente, donde el símbolo T se refiere a la temperatura absoluta en Kelvin (grados Celsius + 273):

Δ GRAMO = Δ H − T Δ SD GRAMO=DH−TDS

El cambio de energía libre estándar de una reacción química se expresa como una cantidad de energía por mol del producto de la reacción (ya sea en kilojulios o kilocalorías, kJ/mol o kcal/mol; 1 kJ = 0,239 kcal) con pH, temperatura y temperatura estándar. condiciones de presión. Las condiciones estándar de pH, temperatura y presión se calculan generalmente a pH 7,0 en sistemas biológicos, 25 grados centígrados y 100 kilopascales (1 atm de presión), respectivamente. Es importante tener en cuenta que las condiciones celulares varían considerablemente de estas condiciones estándar, por lo que los valores de ΔG calculados estándar para las reacciones biológicas serán diferentes dentro de la célula.

+ : Reacciones endergónicas y reacciones exergónicas

Si se libera energía durante una reacción química, el valor resultante de la ecuación anterior será un número negativo. En otras palabras, las reacciones que liberan energía tienen un ΔG < 0. Un ΔG negativo también significa que los productos de la reacción tienen menos energía libre que los reactivos, porque emitieron algo de energía libre durante la reacción. Las reacciones que tienen un ΔG negativo y, en consecuencia, liberan energía libre se denominan reacciones exergónicas.

Piensa: *ex* ergónico significa que la energía es *ex*iting el sistema. Estas reacciones también se conocen como reacciones espontáneas, porque pueden ocurrir sin la adición de energía al sistema. Comprender qué reacciones químicas son espontáneas y liberan energía libre es extremadamente útil para los biólogos, porque estas reacciones pueden aprovecharse para realizar trabajo

dentro de la célula. Se debe hacer una distinción importante entre el término espontáneo y la idea de una reacción química que ocurre inmediatamente. Contrariamente al uso cotidiano del término, una reacción espontánea no es aquella que ocurre repentina o rápidamente. La oxidación del hierro es un ejemplo de una reacción espontánea que ocurre lentamente, poco a poco, con el tiempo.

Si una reacción química requiere una entrada de energía en lugar de liberarla, entonces el ΔG para esa reacción será un valor positivo. En este caso, los productos tienen más energía libre que los reactivos. Por lo tanto, los productos de estas reacciones pueden considerarse como moléculas que almacenan energía. Estas reacciones químicas se denominan reacciones endergónicas y no son espontáneas. Una reacción endergónica no tendrá lugar por sí sola sin la adición de energía libre.

Figura 4.7.7. Reacciones endergónicas y exergónicas

Repasemos el ejemplo de la síntesis y descomposición de la molécula alimenticia, la glucosa. Recuerda que la construcción de moléculas complejas, como los azúcares, a partir de otras más simples es un proceso anabólico y requiere energía. Por lo tanto, las reacciones químicas involucradas en los procesos anabólicos son reacciones endergónicas. Por otro lado, el proceso catabólico de descomponer el azúcar en moléculas más simples libera energía en una serie de reacciones exergónicas. Al igual que el ejemplo de la oxidación anterior, la descomposición del azúcar involucra reacciones

espontáneas, pero estas reacciones no ocurren instantáneamente. La figura 4.7.7. muestra algunos otros ejemplos de reacciones endergónicas y exergónicas. Las secciones posteriores proporcionarán más información sobre qué más se requiere para que incluso las reacciones espontáneas sucedan de manera más eficiente.

Se muestran algunos ejemplos de procesos endergónicos (los que requieren energía) y procesos exergónicos (los que liberan energía). Estos incluyen (a) una pila de abono en descomposición, (b) un pollito que se desarrolla a partir de un huevo fertilizado, (c) el arte de arena que se destruye y (d) una pelota que rueda cuesta abajo. (crédito a: modificación del trabajo de Natalie Maynor; crédito b: modificación del trabajo del USDA; crédito c: modificación del trabajo de “Athlex” /Flickr; crédito d: modificación del trabajo de Harry Malsch)

Un concepto importante en el estudio del metabolismo y la energía es el del equilibrio químico. La mayoría de las reacciones químicas son reversibles. Pueden proceder en ambas direcciones, liberando energía en su entorno en una dirección y absorbiéndola del entorno en la otra dirección (Figura 4.7.8.). Lo mismo es cierto para las reacciones químicas involucradas en el metabolismo celular, como la descomposición y acumulación de proteínas en y desde aminoácidos individuales, respectivamente. Los reactivos dentro de un sistema cerrado experimentarán reacciones químicas en ambas direcciones hasta alcanzar un estado de equilibrio.

Este estado de equilibrio es uno de los de menor energía libre posible y un estado de máxima entropía. Se debe poner energía en el sistema para alejar a los reactivos y productos de un estado de equilibrio. Se deben agregar, eliminar o cambiar reactivos o productos. Si una célula fuera un sistema cerrado, sus reacciones químicas alcanzarían el equilibrio y moriría porque no quedaría suficiente energía libre para realizar el trabajo necesario para mantener la vida. En una célula viva, las reacciones químicas se mueven constantemente hacia el equilibrio, pero nunca alcanzarlo.

Esto se debe a que una célula viva es un sistema abierto. Los materiales entran y salen, la celda recicla los productos de ciertas reacciones químicas en otras reacciones y nunca se alcanza el

equilibrio químico. De esta manera, los organismos vivos se encuentran en una constante batalla cuesta arriba que requiere energía contra el equilibrio y la entropía. Este suministro constante de energía proviene en última instancia de la luz solar, que se utiliza para producir nutrientes en el proceso de fotosíntesis.

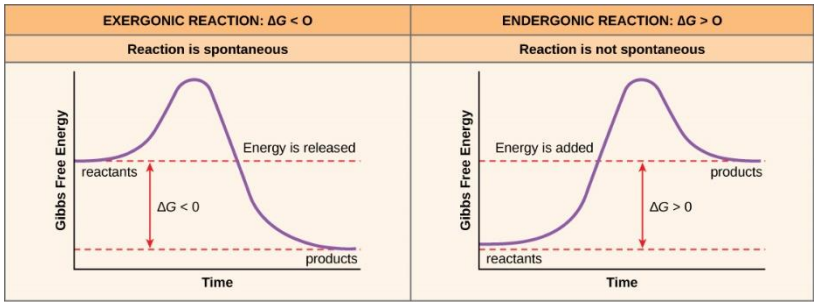


Figura 4.7.8. Reacciones endergónicas y exergónicas

Las reacciones exergónicas (que liberan energía en forma espontánea) y endergónicas (que liberan energía usando otros elementos en forma no expontánea), dan como resultado cambios en la energía libre de Gibbs. Las reacciones exergónicas liberan energía; Las reacciones endergónicas requieren energía para proceder.

+ : Energía de activación

Hay otro concepto importante que debe considerarse con respecto a las reacciones endergónicas y exergónicas. Incluso las reacciones exergónicas requieren una pequeña cantidad de entrada de energía para ponerse en marcha antes de que puedan continuar con sus pasos de liberación de energía. Estas reacciones tienen una liberación neta de energía, pero todavía requieren algo de energía al principio. Esta pequeña cantidad de entrada de energía necesaria para que ocurran todas las reacciones químicas se llama energía de **activación** (o energía libre de activación) y se abrevia E_A (Figura 4.7.9.).

¿Por qué una reacción ΔG negativa que libera energía en realidad requiere algo de energía para continuar? La razón radica en los pasos que tienen lugar durante una reacción química. Durante las

reacciones químicas, ciertos enlaces químicos se rompen y se forman otros nuevos. Por ejemplo, cuando se descompone una molécula de glucosa, se rompen los enlaces entre los átomos de carbono de la molécula.

Dado que estos son enlaces que almacenan energía, liberan energía cuando se rompen. Sin embargo, para que lleguen a un estado que permita que los enlaces se rompan, la molécula debe estar algo retorcida. Se requiere una pequeña entrada de energía para lograr este estado retorcido. Este estado contorsionado se denomina estado de transición**.**, y es un estado inestable de alta energía. Por esta razón, las moléculas de los reactivos no duran mucho en su estado de transición, sino que pasan muy rápidamente a los siguientes pasos de la reacción química.

Los diagramas de energía libre ilustran los perfiles de energía para una reacción dada. Si la reacción es exergónica o endergónica determina si los productos en el diagrama existirán en un estado de energía más bajo o más alto que los reactivos y los productos. Sin embargo, independientemente de esta medida, el estado de transición de la reacción existe en un estado de mayor energía que los reactivos y, por lo tanto, E_A siempre es positivo.

¿De dónde proviene la energía de activación requerida por los reactivos químicos? La fuente de la energía de activación necesaria para impulsar las reacciones suele ser la energía térmica del entorno.

La energía térmica (la energía de enlace total de los reactivos o productos en una reacción química) acelera el movimiento de las moléculas, aumentando la frecuencia y la fuerza con la que chocan; también mueve ligeramente los átomos y los enlaces dentro de la molécula, ayudándolos a alcanzar su estado de transición. Por esta razón, calentar un sistema hará que los reactivos químicos dentro de ese sistema reaccionen con más frecuencia. El aumento de la presión sobre un sistema tiene el mismo efecto. Una vez que los reactivos han absorbido suficiente energía térmica de su entorno para alcanzar el estado de transición, la reacción continuará.

La energía de activación de una reacción particular determina la velocidad a la que procederá. Cuanto mayor sea la energía de activación, más lenta será la reacción química. El ejemplo de la

oxidación del hierro ilustra una reacción inherentemente lenta. Esta reacción ocurre lentamente con el tiempo debido a su alto E_A. Además, la combustión de muchos combustibles, que son fuertemente exergónicos, tendrá lugar a una velocidad insignificante a menos que su energía de activación sea superada por suficiente calor de una chispa.

Sin embargo, una vez que comienzan a arder, las reacciones químicas liberan suficiente calor para continuar el proceso de combustión, suministrando la energía de activación para las moléculas de combustible circundantes. Al igual que estas reacciones fuera de las células, la energía de activación para la mayoría de las reacciones celulares es demasiado alta para que la energía térmica la supere a un ritmo eficiente. En otras palabras, para que reacciones celulares importantes ocurran a velocidades apreciables (número de reacciones por unidad de tiempo), sus energías de activación deben reducirse (Figura 4.7.9.).); esto se conoce como catálisis.

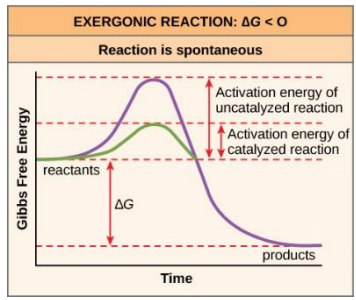


Figura 4.7.9. Reacciones exergónicas

Esto es algo muy bueno en lo que respecta a las células vivas. Las macromoléculas importantes, como las proteínas, el ADN y el ARN, almacenan una energía considerable y su descomposición es exergónica. Si las temperaturas celulares por sí solas proporcionaran suficiente energía térmica para que estas reacciones exergónicas superen sus barreras de activación, los componentes esenciales de una célula se desintegrarían.

La energía de activación es la energía requerida para que se lleve a cabo una reacción, y es menor si la reacción es catalizada. El eje

horizontal de este diagrama describe la secuencia de eventos en el tiempo.

*** : Las Leyes de la Termodinámica.**

La termodinámica se refiere al estudio de la energía y la transferencia de energía que involucra la materia física. La materia y su entorno relevante para un caso particular de transferencia de energía se clasifican como un sistema, y todo lo que está fuera de ese sistema se denomina entorno. Por ejemplo, al calentar una olla de agua en la estufa, el sistema incluye la estufa, la olla y el agua. La energía se transfiere dentro del sistema (entre la estufa, la olla y el agua). Hay dos tipos de sistemas: abiertos y cerrados. Un sistema abierto es aquel en el que la energía y la materia pueden transferirse entre el sistema y su entorno.

El sistema de la estufa está abierto porque el calor se puede perder en el aire. Un sistema cerrado es aquel que puede transferir energía, pero no materia a su entorno.

Los organismos biológicos son sistemas abiertos. La energía se intercambia entre ellos y su entorno, ya que consumen moléculas que almacenan energía y liberan energía al medio ambiente al realizar trabajo. Como todas las cosas en el mundo físico, la energía está sujeta a las leyes de la física. Las leyes de la termodinámica gobiernan la transferencia de energía en y entre todos los sistemas del universo.

+ : **La primera ley de la termodinámica**

La primera ley de la termodinámica trata de la cantidad total de energía en el universo. Establece que esta cantidad total de energía es constante. En otras palabras, siempre ha habido y siempre habrá exactamente la misma cantidad de energía en el universo. La energía existe en muchas formas diferentes. De acuerdo con la primera ley de la termodinámica, la energía puede transferirse de un lugar a otro o transformarse en diferentes formas, pero no puede crearse ni destruirse. Las transferencias y transformaciones de energía tienen lugar a nuestro alrededor todo el tiempo. Las bombillas transforman la energía eléctrica en energía luminosa. Las estufas de gas transforman la energía química del gas natural en energía térmica. Las plantas realizan una de las transformaciones de energía

biológicamente más útiles en la tierra: la de convertir la energía de la luz solar en la energía química almacenada dentro de las moléculas orgánicas, Figura 4.7.1. En la Figura 4.7.10. se muestran algunos ejemplos de transformaciones de energía.

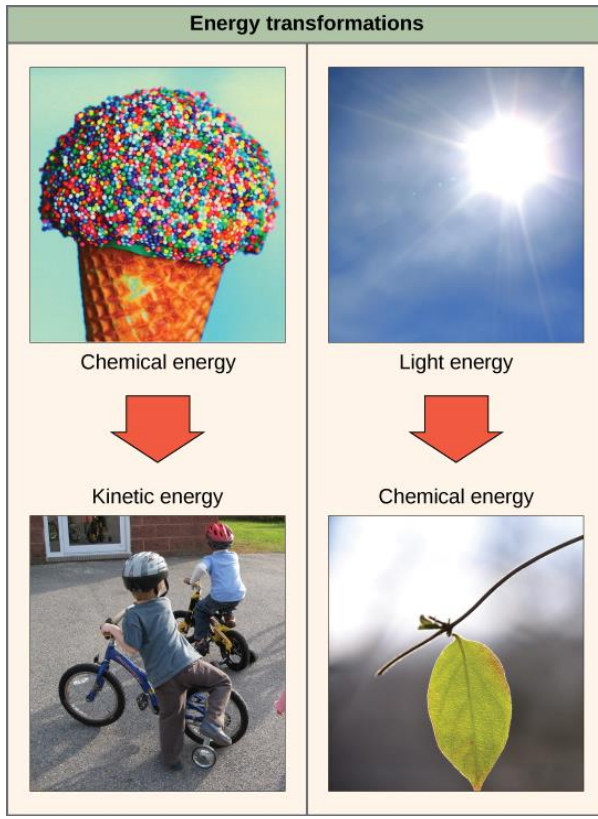


Figura 4.7.10. Transformación de Energía

El desafío para todos los organismos vivos es obtener energía de su entorno en formas que puedan transferir o transformar en energía utilizable para realizar trabajo. Las células vivas han evolucionado para afrontar muy bien este desafío. La energía química almacenada dentro de moléculas orgánicas como azúcares y grasas se transforma a través de una serie de reacciones químicas celulares en energía dentro de moléculas de ATP. La energía en las moléculas de ATP es fácilmente accesible para hacer trabajo. Los ejemplos de los tipos de trabajo que las células necesitan hacer incluyen la construcción de moléculas complejas, el transporte de materiales, el impulso del

movimiento de los cilios o flagelos, la contracción de las fibras musculares para crear movimiento y la reproducción.

Se muestran dos ejemplos de energía que se transfiere de un sistema a otro y se transforma de una forma a otra. Los seres humanos pueden convertir la energía química de los alimentos, como este cono de helado, en energía cinética (la energía del movimiento para andar en bicicleta). Las plantas pueden convertir la radiación electromagnética (energía luminosa) del sol en energía química. (crédito "helado": modificación de obra de D. Sharon Pruitt; crédito "kids on bikes": modificación de obra de Michelle Riggen-Ransom; crédito "hoja": modificación de obra de Cory Zanker)

+ : La segunda ley de la termodinámica

Las tareas principales de una célula viva de obtener, transformar y usar energía para hacer trabajo pueden parecer simples. Sin embargo, la segunda ley de la termodinámica explica por qué estas tareas son más difíciles de lo que parecen. Ninguna de las transferencias de energía que hemos discutido, junto con todas las transferencias y transformaciones de energía en el universo, es completamente eficiente. En cada transferencia de energía, una cierta cantidad de energía se pierde en una forma que es inutilizable. En la mayoría de los casos, esta forma es energía térmica.

Termodinámicamente, la energía térmica se define como la energía transferida de un sistema a otro que no está realizando trabajo. Por ejemplo, cuando un avión vuela por el aire, parte de la energía del avión que vuela se pierde como energía térmica debido a la fricción con el aire circundante. Esta fricción en realidad calienta el aire aumentando temporalmente la velocidad de las moléculas de aire. Asimismo, algo de energía se pierde como energía térmica durante las reacciones metabólicas celulares.

Esto es bueno para las criaturas de sangre caliente como nosotros, porque la energía térmica ayuda a mantener la temperatura de nuestro cuerpo. Estrictamente hablando, ninguna transferencia de energía es completamente eficiente, porque parte de la energía se pierde en una forma inutilizable.

Un concepto importante en los sistemas físicos es el de orden y desorden (también conocido como aleatoriedad). Cuanta más energía pierde un sistema hacia su entorno, menos ordenado y más aleatorio es el sistema. Los científicos se refieren a la medida de aleatoriedad o desorden dentro de un sistema como entropía.

Alta entropía significa alto desorden y baja energía (Figura 4.7.11.). Para comprender mejor la entropía, piense en el dormitorio de un estudiante. Si no se pusiera energía o trabajo, la habitación se desordenaría rápidamente. Existiría en un estado muy desordenado, de alta entropía. Se debe poner energía en el sistema, en la forma de que el estudiante haga el trabajo y guarde todo, para devolver la habitación a un estado de limpieza y orden. Este estado es de baja entropía.

De manera similar, un automóvil o una casa deben recibir mantenimiento constante con trabajo para mantenerlo en un estado ordenado. Si se la deja sola, la entropía de la casa o del automóvil aumenta gradualmente debido a la oxidación y la degradación. Las moléculas y las reacciones químicas también tienen cantidades variables de entropía. Por ejemplo, cuando las reacciones químicas alcanzan un estado de equilibrio, la entropía aumenta, y cuando las moléculas en una alta concentración en un lugar se difunden y se esparcen,

+ : **Transferencia de energía y la entropía resultante**

Configure un experimento simple para comprender cómo se transfiere la energía y cómo se produce un cambio en la entropía.

1. Tome un bloque de hielo. Esta es agua en forma sólida, por lo que tiene un alto orden estructural. Esto significa que las moléculas no pueden moverse mucho y están en una posición fija. La temperatura del hielo es 0°C. Como resultado, la entropía del sistema es baja.

2. Deja que el hielo se derrita a temperatura ambiente. ¿Cuál es el estado de las moléculas en el agua líquida ahora? ¿Cómo se produjo la transferencia de energía? ¿La entropía del sistema es mayor o menor? ¿Por qué?

3. Calentar el agua hasta su punto de ebullición. ¿Qué sucede con la entropía del sistema cuando se calienta el agua?

Todos los sistemas físicos se pueden considerar de esta manera: los seres vivos están muy ordenados y requieren un aporte constante de energía para mantenerse en un estado de baja entropía. A medida que los sistemas vivos absorben moléculas que almacenan energía y las transforman a través de reacciones químicas, pierden cierta cantidad de energía utilizable en el proceso, porque ninguna reacción es completamente eficiente.

También producen desechos y subproductos que no son fuentes de energía útiles. Este proceso aumenta la entropía del entorno del sistema. Dado que todas las transferencias de energía dan como resultado la pérdida de algo de energía utilizable, la segunda ley de la termodinámica establece que cada transferencia o transformación de energía aumenta la entropía del universo. Aunque los seres vivos están muy ordenados y mantienen un estado de baja entropía, la entropía del universo en total aumenta constantemente debido a la pérdida de energía utilizable con cada transferencia de energía que ocurre. Esencialmente, los seres vivos están en una batalla cuesta arriba continua contra este aumento constante de la entropía universal.

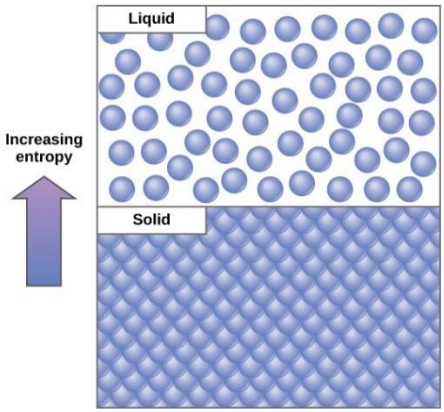


Figura 4.7.11. Incremento de la Entropía

La entropía es una medida de aleatoriedad o desorden en un sistema. Los gases tienen mayor entropía que los líquidos, y los líquidos tienen mayor entropía que los sólidos.

*** : La Energía del ATP**

Incluso las reacciones exergónicas que liberan energía requieren una pequeña cantidad de energía de activación para proceder. Sin embargo, considere las reacciones endergónicas, que requieren mucha más entrada de energía, porque sus productos tienen más energía libre que sus reactivos. Dentro de la célula, ¿de dónde proviene la energía para impulsar tales reacciones?

La respuesta está en una molécula proveedora de energía llamada trifosfato de adenosina o ATP. El ATP es una molécula pequeña y relativamente simple (Figura 4.7.12.), pero dentro de algunos de sus enlaces, contiene el potencial para un rápido estallido de energía que puede aprovecharse para realizar el trabajo celular. Se puede pensar en esta molécula como la moneda de energía primaria de las células de la misma manera que el dinero es la moneda que las personas intercambian por las cosas que necesitan. El ATP se utiliza para impulsar la mayoría de las reacciones celulares que requieren energía.

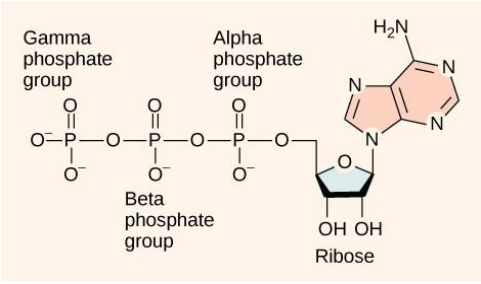


Figura 4.7.12. Energía ATP

ATP es la moneda de energía primaria de la celda. Tiene un esqueleto de adenosina con tres grupos fosfato unidos.

Como sugiere su nombre, el trifosfato de adenosina se compone de adenosina unida a tres grupos fosfato (Figura 4.7.12.). La adenosina es un nucleósido que consta de la base nitrogenada adenina y un azúcar de cinco carbonos, la ribosa. Los tres grupos fosfato, en orden del más cercano al más alejado del azúcar ribosa, están etiquetados como alfa, beta y gamma. Juntos, estos grupos químicos constituyen una potencia energética.

Sin embargo, no todos los enlaces dentro de esta molécula existen en un estado particularmente de alta energía. Los dos enlaces que unen los fosfatos son enlaces igualmente de alta energía (enlaces fosfoanhídrido) que, cuando se rompen, liberan suficiente energía para impulsar una variedad de reacciones y procesos celulares. Estos enlaces de alta energía son los enlaces entre el segundo y tercer grupo fosfato (o beta y gamma) y entre el primer y segundo grupo fosfato.

La razón por la que estos enlaces se consideran de "alta energía" se debe a que los productos de dicha ruptura de enlaces, el difosfato de adenosina (ADP) y un grupo de fosfato inorgánico (P_i), tienen una energía libre considerablemente menor que los reactivos: ATP y una molécula de agua. Debido a que esta reacción se lleva a cabo con el uso de una molécula de agua, se considera una reacción de hidrólisis. En otras palabras, el ATP se hidroliza en ADP en la siguiente reacción:

$ATP + H_2O \rightarrow ADP + P_i +$ energía gratis

Como la mayoría de las reacciones químicas, la hidrólisis de ATP a ADP es reversible. La reacción inversa regenera ATP a partir de $ADP + P_i$. De hecho, las células dependen de la regeneración de ATP al igual que las personas dependen de la regeneración del dinero gastado a través de algún tipo de ingreso. Dado que la hidrólisis de ATP libera energía, la regeneración de ATP debe requerir un aporte de energía libre. La formación de ATP se expresa en esta ecuación:

$ADP + P_i +$ energía-libre $\rightarrow ATP + H_2O$

Quedan dos preguntas importantes con respecto al uso de ATP como fuente de energía. ¿Exactamente cuánta energía libre se libera con la hidrólisis de ATP y cómo se usa esa energía libre para realizar el trabajo celular? El ΔG calculado para la hidrólisis de un mol de ATP en ADP y P_i es −7,3 kcal/mol (−30,5 kJ/mol). Dado que este cálculo es verdadero en condiciones estándar, se esperaría que exista un valor diferente en condiciones celulares. De hecho, el ΔG para la hidrólisis de un mol de ATP en una célula viva es casi el doble del valor en condiciones estándar: -14 kcal/mol (-57 kJ/mol).

El ATP es una molécula altamente inestable. A menos que se utilice rápidamente para realizar trabajo, el ATP se disocia

espontáneamente en ADP + Pi, y la energía libre liberada durante este proceso se pierde en forma de calor. La segunda pregunta planteada anteriormente, es decir, cómo se utiliza la energía liberada por la hidrólisis de ATP para realizar trabajo dentro de la célula, depende de una estrategia llamada acoplamiento de energía.

Las células acoplan la reacción exergónica de la hidrólisis de ATP con las reacciones endergónicas, lo que les permite proceder. Un ejemplo de acoplamiento de energía usando ATP involucra una bomba de iones transmembrana que es extremadamente importante para la función celular.

Esta bomba de sodio-potasio (bomba de Na^+/K^+) impulsa el sodio fuera de la célula y el potasio dentro de la célula (Figura 4.7.13.). Un gran porcentaje del ATP de una célula se gasta en impulsar esta bomba, porque los procesos celulares traen una gran cantidad de sodio a la célula y potasio fuera de la célula. La bomba trabaja constantemente para estabilizar las concentraciones celulares de sodio y potasio.

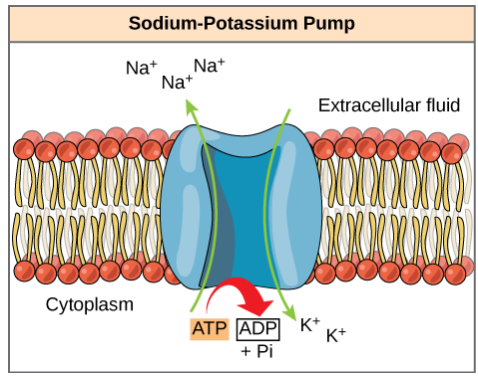


Figura 4.7.13. Bomba de sodio y potasio

Para que la bomba dé un ciclo (exportando tres iones Na+ e importando dos iones K^+), se debe hidrolizar una molécula de ATP. Cuando el ATP se hidroliza, su fosfato gamma no simplemente se aleja flotando, sino que en realidad se transfiere a la proteína bomba. Este proceso de unión de un grupo fosfato a una molécula se denomina fosforilación.

La bomba de sodio-potasio es un ejemplo de acoplamiento de energía. La energía derivada de la hidrólisis exergónica de ATP se utiliza para bombear iones de sodio y potasio a través de la membrana celular.

Como en la mayoría de los casos de hidrólisis de ATP, un fosfato de ATP se transfiere a otra molécula. En estado fosforilado, el Na^+/K^+ la bomba tiene más energía libre y se activa para sufrir un cambio conformacional. Este cambio le permite liberar Na^+ al exterior de la célula. Luego se une al K^+ extracelular que, a través de otro cambio conformacional, hace que el fosfato se separe de la bomba.

Esta liberación de fosfato desencadena la liberación de K^+ hacia el interior de la célula. Esencialmente, la energía liberada por la hidrólisis de ATP se combina con la energía requerida para accionar la bomba y transportar iones Na^+ y K^+. ATP realiza trabajo celular utilizando esta forma básica de acoplamiento de energía a través de la fosforilación.

A menudo, durante las reacciones metabólicas celulares, como la síntesis y descomposición de nutrientes, ciertas moléculas deben modificarse ligeramente en su conformación para convertirse en sustratos para el siguiente paso en la serie de reacciones.

Un ejemplo es durante los primeros pasos de la respiración celular, cuando una molécula de azúcar glucosa se descompone en el proceso de glucólisis. En el primer paso de este proceso, se requiere ATP para la fosforilación de la glucosa, creando un intermediario inestable, pero de alta energía.

Esta reacción de fosforilación impulsa un cambio conformacional que permite que la molécula de glucosa fosforilada se convierta en el azúcar fructosa fosforilada. La fructosa es un intermediario necesario para que la glucólisis avance.

Aquí, la reacción exergónica de la hidrólisis de ATP se combina con la reacción endergónica de convertir la glucosa en un intermediario fosforilado en la vía. Una vez más, la energía liberada al romper un enlace de fosfato dentro del ATP se usó para la fosforilación de otra molécula, creando un intermediario inestable e impulsando un cambio conformacional importante.

*** : Enzimas**

Una sustancia que ayuda a que ocurra una reacción química es un catalizador, y las moléculas especiales que catalizan las reacciones bioquímicas se llaman enzimas. Casi todas las enzimas son proteínas, formadas por cadenas de aminoácidos, y realizan la tarea fundamental de reducir las energías de activación de las reacciones químicas dentro de la célula. Las enzimas hacen esto uniéndose a las moléculas reactivas y manteniéndolas de tal manera que hacen que los procesos de ruptura y formación de enlaces químicos se lleven a cabo más fácilmente.

Es importante recordar que las enzimas no cambian el ΔG de una reacción. En otras palabras, no cambian si una reacción es exergónica (espontánea) o endergónica. Esto se debe a que no cambian la energía libre de los reactivos o productos. Solo reducen la energía de activación requerida para alcanzar el estado de transición (Figura 4.7.14.).

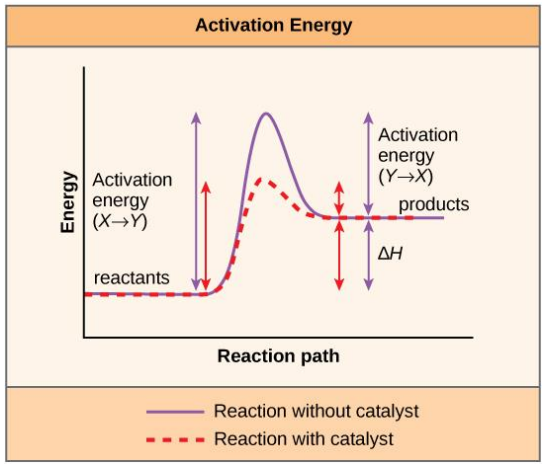


Figura 4.7.14. Las enzimas reducen la energía de activación de la reacción, pero no cambian la energía libre de la reacción.

+ : **Sitio activo de la enzima y especificidad del sustrato**

Los reactivos químicos a los que se une una enzima son los sustratos de la enzima. Puede haber uno o más sustratos, dependiendo de la reacción química particular. En algunas reacciones, un sustrato de un solo reactivo se descompone en múltiples productos. En otros, dos sustratos pueden unirse para

crear una molécula más grande. Dos reactivos también pueden entrar en una reacción, ambos se modifican y dejan la reacción como dos productos. La ubicación dentro de la enzima donde se une el sustrato se denomina **s**itio activo de la enzima**.** El sitio activo es donde ocurre la "acción", por así decirlo. Dado que las enzimas son proteínas, existe una combinación única de residuos de aminoácidos (también llamados cadenas laterales o grupos R) dentro del sitio activo. Cada residuo se caracteriza por diferentes propiedades.

Los residuos pueden ser grandes o pequeños, débilmente ácidos o básicos, hidrofílicos o hidrofóbicos, cargados positiva o negativamente o neutros. La combinación única de residuos de aminoácidos, sus posiciones, secuencias, estructuras y propiedades crea un entorno químico muy específico dentro del sitio activo. Este entorno específico es adecuado para unirse, aunque sea brevemente, a un sustrato (o sustratos) químico específico. Debido a esta coincidencia similar a un rompecabezas entre una enzima y sus sustratos (que se adapta para encontrar el mejor ajuste entre el estado de transición y el sitio activo).

Las enzimas son conocidas por su especificidad. El “mejor ajuste” resulta de la forma y la atracción del grupo funcional del aminoácido al sustrato. Hay una enzima específicamente adaptada para cada sustrato y, por tanto, para cada reacción química; sin embargo, también hay flexibilidad.

El hecho de que los sitios activos estén perfectamente adaptados para proporcionar condiciones ambientales específicas también significa que están sujetos a las influencias del entorno local. Es cierto que el aumento de la temperatura ambiental generalmente aumenta las velocidades de reacción, catalizadas por enzimas o no. Sin embargo, aumentar o disminuir la temperatura fuera de un rango óptimo puede afectar los enlaces químicos dentro del sitio activo de tal manera que sean menos adecuados para unir sustratos. Las altas temperaturas eventualmente harán que las enzimas, como otras moléculas biológicas, se desnaturalicen, un proceso que cambia las propiedades naturales de una sustancia.

Asimismo, el pH del ambiente local también puede afectar la función enzimática. Los residuos de aminoácidos del sitio activo tienen sus propias propiedades ácidas o básicas que son óptimas para la

catálisis. Estos residuos son sensibles a los cambios en el pH que pueden afectar la forma en que se unen las moléculas del sustrato. Las enzimas son adecuadas para funcionar mejor dentro de un cierto rango de pH y, al igual que con la temperatura, los valores de pH extremos (ácidos o básicos) del medio ambiente pueden hacer que las enzimas se desnaturalicen.

+ : **Ajuste inducido y función enzimática**

Durante muchos años, los científicos pensaron que la unión de la enzima y el sustrato se producía de una manera simple de "cerradura y llave". Este modelo afirmaba que la enzima y el sustrato encajaban perfectamente en un solo paso instantáneo. Sin embargo, la investigación actual apoya una visión más refinada llamada ajuste inducido (Figura 4.7.15.).

El modelo de ajuste inducido amplía el modelo de llave y candado al describir una interacción más dinámica entre la enzima y el sustrato. A medida que la enzima y el sustrato se unen, su interacción provoca un ligero cambio en la estructura de la enzima que confirma un arreglo de unión ideal entre la enzima y el estado de transición del sustrato. Esta unión ideal maximiza la capacidad de la enzima para catalizar su reacción.

Cuando una enzima se une a su sustrato, se forma un complejo enzima-sustrato. Este complejo reduce la energía de activación de la reacción y promueve su rápida progresión en una de muchas formas. En un nivel básico, las enzimas promueven reacciones químicas que involucran más de un sustrato al juntar los sustratos en una orientación óptima.

La región apropiada (átomos y enlaces) de una molécula se yuxtapone a la región apropiada de la otra molécula con la que debe reaccionar. Otra forma en que las enzimas promueven la reacción de sus sustratos es creando un ambiente óptimo dentro del sitio activo para que ocurra la reacción. Ciertas reacciones químicas pueden desarrollarse mejor en un ambiente ligeramente ácido o no polar.

Ha aprendido que la energía de activación requerida para muchas reacciones incluye la energía involucrada en manipular o torcer ligeramente los enlaces químicos para que puedan romperse fácilmente y permitir que otros se reformen. La acción enzimática

puede ayudar en este proceso. El complejo enzima-sustrato puede reducir la energía de activación al contorsionar las moléculas de sustrato de tal manera que facilite la ruptura de enlaces, lo que ayuda a alcanzar el estado de transición.

Finalmente, las enzimas también pueden reducir las energías de activación al participar en la propia reacción química. Los residuos de aminoácidos pueden proporcionar ciertos iones o grupos químicos que en realidad forman enlaces covalentes con moléculas de sustrato como un paso necesario del proceso de reacción. En estos casos, es importante recordar que la enzima siempre volverá a su estado original al finalizar la reacción. Una de las propiedades distintivas de las enzimas es que, en última instancia, permanecen inalteradas por las reacciones que catalizan. Una vez que una enzima ha terminado de catalizar una reacción, libera su(s) producto(s).

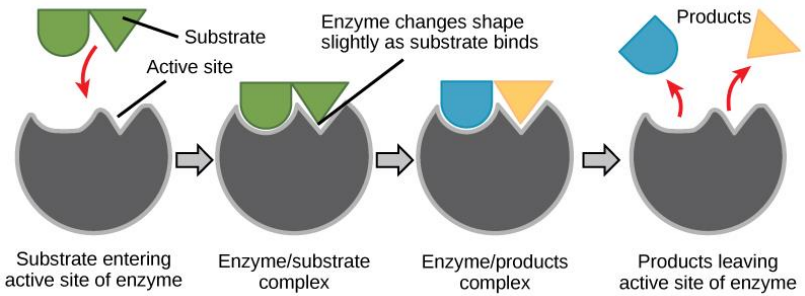


Figura 4.7.15. Modelo de ajuste inducido

De acuerdo con el modelo de ajuste inducido, tanto la enzima como el sustrato experimentan cambios conformacionales dinámicos al unirse. La enzima contorsiona el sustrato en su estado de transición, aumentando así la velocidad de la reacción.

+: **Control del metabolismo a través de la regulación enzimática**

Parecería ideal tener un escenario en el que todas las enzimas codificadas en el genoma de un organismo existieran en abundancia y funcionaran de manera óptima en todas las condiciones celulares, en todas las células, en todo momento. En realidad, esto está lejos de ser el caso. Una variedad de mecanismos, aseguran que esto no

suceda. Las necesidades y condiciones celulares varían de una célula a otra y cambian dentro de las células individuales con el tiempo. Las enzimas requeridas y las demandas energéticas de las células del estómago son diferentes de las de las células de almacenamiento de grasa, las células de la piel, las células sanguíneas y las células nerviosas. Además, una célula digestiva trabaja mucho más para procesar y descomponer los nutrientes durante el tiempo que sigue de cerca, a una comida en comparación con muchas horas después de una comida. A medida que varían estas demandas y condiciones celulares, también lo hacen las cantidades y la funcionalidad de las diferentes enzimas.

Dado que las velocidades de las reacciones bioquímicas están controladas por la energía de activación, y las enzimas disminuyen y determinan las energías de activación para las reacciones químicas, las cantidades relativas y el funcionamiento de la variedad de enzimas dentro de una célula determinan en última instancia qué reacciones se llevarán a cabo y a qué velocidades.

Esta determinación está estrictamente controlada. En ciertos entornos celulares, la actividad enzimática está controlada en parte por factores ambientales, como el pH y la temperatura. Existen otros mecanismos a través de los cuales las células controlan la actividad de las enzimas y determinan las velocidades a las que ocurrirán diversas reacciones bioquímicas.

+ : Regulación de Enzimas por Moléculas

Las enzimas se pueden regular de manera que promuevan o reduzcan su actividad. Hay muchos tipos diferentes de moléculas que inhiben o promueven la función enzimática, y existen varios mecanismos para hacerlo. En algunos casos de inhibición enzimática, por ejemplo, una molécula inhibidora es lo suficientemente similar a un sustrato que puede unirse al sitio activo y simplemente bloquear la unión del sustrato. Cuando esto sucede, la enzima se inhibe mediante inhibición competitiva, porque una molécula inhibidora compite con el sustrato por la unión al sitio activo (Figura 4.7.16.). Por otro lado, en la inhibición no competitiva, una molécula inhibidora se une a la enzima en un lugar distinto del sitio activo, llamado sitio alostérico, pero aun así logra evitar que el sustrato se una al sitio activo. Algunas moléculas inhibidoras se unen

a las enzimas en un lugar en el que su unión induce un cambio conformacional que reduce la actividad de la enzima, ya que ya no cataliza eficazmente la conversión del sustrato en producto.

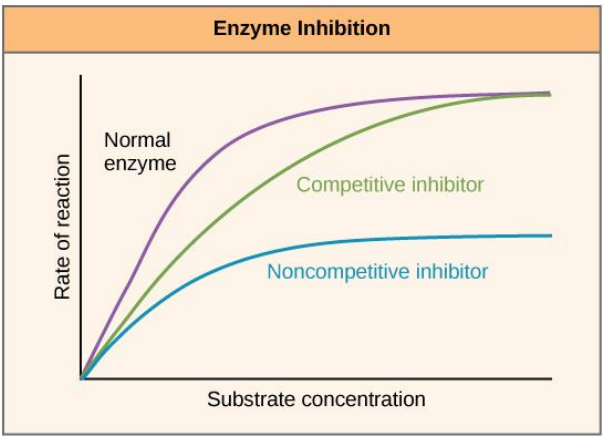


Figura 4.7.16. Inhibición de Enzimas

La inhibición competitiva y no competitiva afecta la velocidad de reacción de manera diferente. Los inhibidores competitivos afectan la tasa inicial pero no afectan la tasa máxima, mientras que los inhibidores no competitivos afectan la tasa máxima.

Algunas moléculas inhibidoras se unen a enzimas en un lugar donde su unión induce un cambio conformacional que reduce la afinidad de la enzima por su sustrato. Este tipo de inhibición se llama inhibición alostérica (Figura 6.18). La mayoría de las enzimas reguladas alostéricamente se componen de más de un polipéptido, lo que significa que tienen más de una subunidad de proteína.

Cuando un inhibidor alostérico se une a una enzima, todos los sitios activos de las subunidades de proteína se modifican ligeramente, de modo que se unen a sus sustratos con menos eficacia. Hay activadores alostéricos, así como inhibidores. Los activadores alostéricos se unen a ubicaciones en una enzima alejadas del sitio activo, induciendo un cambio conformacional que aumenta la afinidad del sitio o sitios activos de la enzima por su sustrato o sustratos.

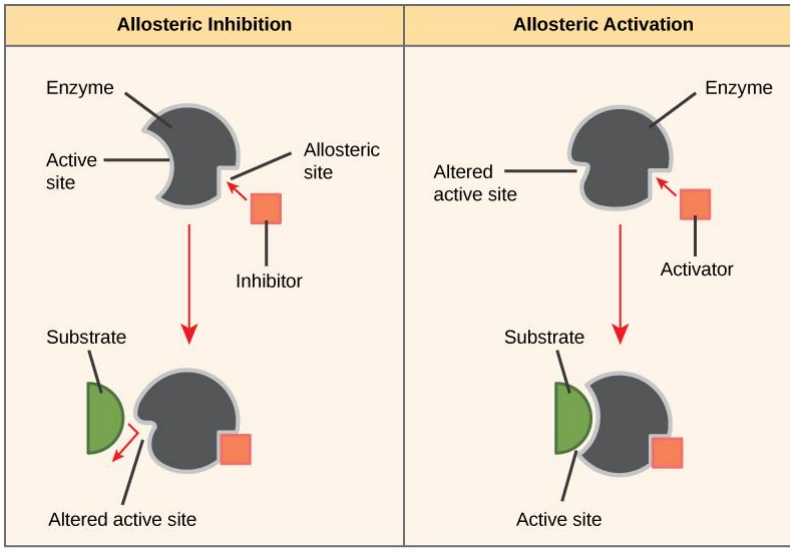


Figura 4.7.17. Inhibidores

Los inhibidores alostéricos modifican el sitio activo de la enzima para reducir o prevenir la unión al sustrato. Por el contrario, los activadores alostéricos modifican el sitio activo de la enzima para que aumente la afinidad por el sustrato.

Descubrimiento de fármacos mediante la búsqueda de inhibidores de enzimas clave en vías específicas

¿Se ha preguntado alguna vez cómo se desarrollan los fármacos? (crédito: Deborah Austin)

Las enzimas son componentes clave de las rutas metabólicas. Comprender cómo funcionan las enzimas y cómo se pueden regular es un principio clave detrás del desarrollo de muchas de las drogas farmacéuticas (Figura 6.19) en el mercado actual. Los biólogos que trabajan en este campo colaboran con otros científicos, generalmente químicos, para diseñar fármacos.

Considere las estatinas, por ejemplo, que es el nombre que se le da a la clase de medicamentos que reducen los niveles de colesterol. Estos compuestos son esencialmente inhibidores de la enzima HMG-CoA reductasa. La HMG-CoA reductasa es la enzima que sintetiza el colesterol a partir de los lípidos del organismo. Al inhibir esta enzima, se pueden reducir los niveles de colesterol

sintetizado en el cuerpo. De manera similar, el paracetamol es un inhibidor de la enzima ciclooxigenasa. Si bien es eficaz para aliviar la fiebre y la inflamación (dolor), su mecanismo de acción aún no se comprende por completo.

Figura 4.7.18. Inhibidores farmacéuticos

¿Cómo se desarrollan los medicamentos? Uno de los primeros desafíos en el desarrollo de fármacos es identificar la molécula específica a la que está destinado el fármaco. En el caso de las estatinas, la diana del fármaco es la HMG-CoA reductasa. Los objetivos farmacológicos se identifican a través de una minuciosa investigación en el laboratorio. Identificar el objetivo por sí solo no es suficiente; los científicos también necesitan saber cómo actúa el objetivo dentro de la célula y qué reacciones salen mal en caso de enfermedad. Una vez que se identifican el objetivo y la vía, comienza el proceso real de diseño de fármacos. Durante esta etapa, químicos y biólogos trabajan juntos para diseñar y sintetizar moléculas que pueden bloquear o activar una reacción en particular. Sin embargo, esto es solo el comienzo: tanto si un prototipo de fármaco tiene éxito en el desempeño de su función como si lo es, entonces debe someterse a muchas pruebas de*experimentos in vitro* a ensayos clínicos antes de que pueda obtener la aprobación de la FDA para estar en el mercado.

Muchas enzimas no funcionan de manera óptima, o incluso en absoluto, a menos que se unan a otras moléculas auxiliares no proteicas específicas, ya sea temporalmente a través de enlaces iónicos o de hidrógeno o permanentemente a través de enlaces

covalentes más fuertes. Dos tipos de moléculas auxiliares son los cofactores y las coenzimas**.**

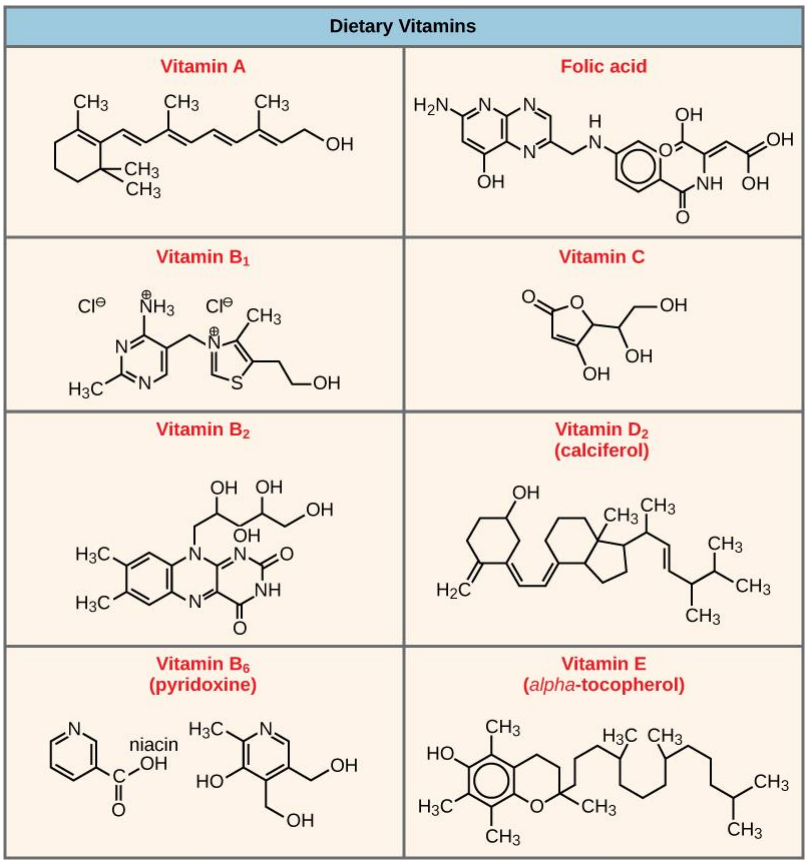


Figura 4.7.19. Vitaminas

La unión a estas moléculas promueve una conformación y función óptimas para sus respectivas enzimas. Los cofactores son iones inorgánicos como el hierro (Fe++) y el magnesio (Mg++). Un ejemplo de una enzima que requiere un ion metálico como cofactor es la enzima que construye moléculas de ADN, la ADN polimerasa, que requiere un ion de zinc unido (Zn++) para funcionar.

Las coenzimas son moléculas auxiliares orgánicas, con una estructura atómica básica formada por carbono e hidrógeno, que son necesarias para la acción enzimática. Las fuentes más comunes de coenzimas son las vitaminas dietéticas (Figura 4.7.19.). Algunas

vitaminas son precursoras de coenzimas y otras actúan directamente como coenzimas.

La vitamina C es una coenzima para múltiples enzimas que participan en la construcción del componente importante del tejido conectivo, el colágeno. Un paso importante en la descomposición de la glucosa para producir energía es la catálisis por un complejo multienzimático llamado piruvato deshidrogenasa. El piruvato deshidrogenasa es un complejo de varias enzimas que en realidad requiere un cofactor (un ion de magnesio) y cinco coenzimas orgánicas diferentes para catalizar su reacción química específica. Por lo tanto, la función enzimática está, en parte, regulada por una abundancia de varios cofactores y coenzimas, que son suministrados principalmente por la dieta de la mayoría de los organismos.

Las vitaminas son coenzimas importantes o precursores de coenzimas y son necesarias para que las enzimas funcionen correctamente. Las cápsulas multivitamínicas suelen contener mezclas de todas las vitaminas en diferentes porcentajes.

+ : **Compartimentación de enzimas**

En las células eucariotas, las moléculas como las enzimas suelen estar compartimentadas en diferentes orgánulos. Esto permite otro nivel de regulación de la actividad enzimática. Las enzimas necesarias solo para ciertos procesos celulares se pueden alojar por separado junto con sus sustratos, lo que permite reacciones químicas más eficientes. Los ejemplos de este tipo de regulación enzimática basada en la ubicación y la proximidad incluyen las enzimas involucradas en las últimas etapas de la respiración celular, que tienen lugar exclusivamente en las mitocondrias, y las enzimas involucradas en la digestión de desechos celulares y materiales extraños, ubicados dentro de los lisosomas.

- : Inhibición de la retroalimentación en las vías metabólicas

Las moléculas pueden regular la función enzimática de muchas maneras. Sin embargo, queda una pregunta importante: ¿Qué son estas moléculas y de dónde vienen? Algunos son cofactores y coenzimas, iones y moléculas orgánicas, como has aprendido. ¿Qué otras moléculas en la célula proporcionan regulación enzimática, como la modulación alostérica y la inhibición competitiva y no

competitiva? La respuesta es que, una amplia variedad de moléculas, pueden desempeñar estas funciones. Algunas de estas moléculas incluyen drogas farmacéuticas y no farmacéuticas, toxinas y venenos del medio ambiente. Quizás las fuentes más relevantes de moléculas reguladoras de enzimas, con respecto al metabolismo celular, son los productos de las propias reacciones metabólicas celulares. De la manera más eficiente y elegante.

La inhibición por retroalimentación implica el uso de un producto de reacción para regular su propia producción adicional (Figura 4.7.20.). La célula responde a la abundancia de productos específicos ralentizando la producción durante las reacciones anabólicas o catabólicas. Dichos productos de reacción pueden inhibir las enzimas que catalizaron su producción a través de los mecanismos descritos anteriormente.

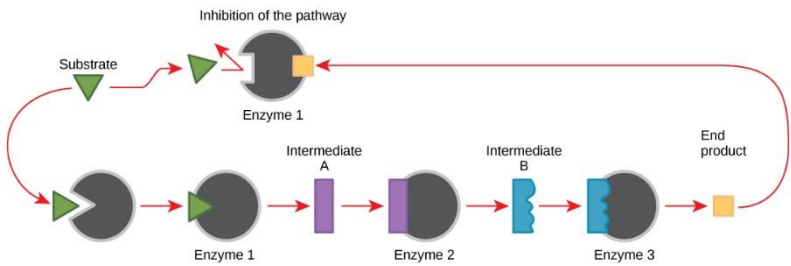


Figura 4.7.21. Inhibición por retroalimentación

Las vías metabólicas son una serie de reacciones catalizadas por múltiples enzimas. La inhibición por retroalimentación, donde el producto final de la vía inhibe un paso aguas arriba, es un mecanismo regulador importante en las células.

La producción de aminoácidos y nucleótidos se controla mediante la inhibición por retroalimentación. Además, el ATP es un regulador alostérico de algunas de las enzimas involucradas en la descomposición catabólica del azúcar, el proceso que produce ATP. De esta manera, cuando el ATP es abundante, la célula puede evitar que siga produciéndose.

Recuerde que el ATP es una molécula inestable que puede disociarse espontáneamente en ADP. Si hubiera demasiado ATP presente en

una célula, gran parte se desperdiciaría. Por otro lado, el ADP actúa como un regulador alostérico positivo (un activador alostérico) para algunas de las mismas enzimas que inhibe el ATP. Por lo tanto, cuando los niveles relativos de ADP son altos en comparación con los de ATP, la célula se activa para producir más ATP a través del catabolismo del azúcar.

This page titled 4.2: ATP is shared under a CC BY 3.0 license and was authored, remixed, and/or curated by John W. Kimball via source content that was edited to the style and standards of the LibreTexts platform; a detailed edit history is available upon request.

Las bibliotecas de LibreTexts funcionan con MindTouch® y son apoyadas por el Proyecto Piloto de Libros Abiertos del Departamento de Educación, la Oficina del Rector de la Universidad de California Davis, la Biblioteca de la Universidad de California Davis, el Programa de Soluciones de Aprendizaje Económicas de la Universidad del Estado de California, y Merlot. También reconocemos el apoyo anterior de la Fundación Nacional de Ciencias bajo las subvenciones números 1246120, 1525057, y 1413739. A menos que se indique lo contrario, el contenido de LibreTexts tiene licencia de CC BY-NC-SA 3.0. Legal.

CAPÍTULO VIII : La respiración celular

https://openstax.org/books/biology-ap-courses/pages/7-1-energy-in-living-systems

La producción de energía dentro de una célula implica muchas vías químicas coordinadas. La mayoría de estas vías son combinaciones de reacciones de oxidación y reducción. La oxidación y la reducción ocurren en tándem. Una reacción de oxidación quita un electrón de un átomo en un compuesto, y la adición de este electrón a otro compuesto es una reacción de reducción. Debido a que la oxidación y la reducción generalmente ocurren juntas, estos pares de reacciones se denominan reacciones de oxidación-reducción o reacciones redox.

* : Electrones y Energía

La eliminación de un electrón de una molécula, oxidándola, da como resultado una disminución de la energía potencial en el compuesto oxidado. Sin embargo, el electrón (a veces como parte de un átomo de hidrógeno) no permanece suelto en el citoplasma de una célula. Más bien, el electrón se desplaza a un segundo compuesto, reduciendo el segundo compuesto.

El cambio de un electrón de un compuesto a otro elimina algo de energía potencial del primer compuesto (el compuesto oxidado) y aumenta la energía potencial del segundo compuesto (el compuesto reducido). La transferencia de electrones entre moléculas es importante porque la mayor parte de la energía almacenada en los átomos y utilizada para las funciones de las pilas de combustible se encuentra en forma de electrones de alta energía.

La transferencia de energía en forma de electrones permite que la celda transfiera y use energía de manera incremental, en paquetes pequeños en lugar de en un solo estallido destructivo. Este capítulo

se centra en la extracción de energía de los alimentos; Verá que a medida que rastrea la ruta de las transferencias, está rastreando la ruta de los electrones que se mueven a través de las rutas metabólicas.

Explicaciones como esta, aparecen en todos los libros y textos de consulta, parece que son claros, pero hemos encontrado una constante, al preguntar a varios lectores (encuesta realizada en Paranaguá, Paraná, Brasil y en Bogotá, Colombia con personas de un buen nivel académico), si han comprendido lo leído, muchas veces la respuesta es que si, pero al contra preguntar si entiende y si puede explicar cómo se imagina que funciona esa energía, la respuesta, sí no es muy vaga, es totalmente negativa.

Por esto, tenemos que volver a tocar el tema inicial de este trabajo, tratar de entender bien cómo funcionan los átomos y su relación con la energía. Veíamos que cada electrón, es un quark en formación que quedó preso por la energía magnética del protón de un átomo. Vimos también que este electrón al estar incompleto, sigue recibiendo cargas de Neutrinos y Fotones.

La cantidad de esa primera carga de energía positiva o negativa determina el sentido de su giro (Spin) y su velocidad, la cantidad de cada una de esas partículas influyen en su tamaño, con fotones se expande con neutrinos, se contrae, factor que a la vez tiene que ver con la temperatura que se percibe.

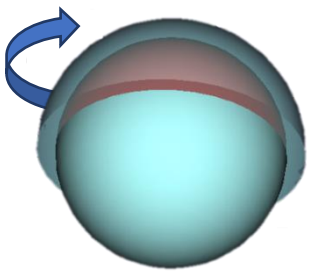


Figura 4.8.1. Electrón

Entonces, dependiendo de esa carga inicial es que se ubica en el orbital que le corresponde. Hablábamos también de que, al ser impactado por un fotón o un neutrino, primero trata de estabilizarse liberando uno de sus fotones causando generalmente el aumento de temperatura o neutrinos que producen sensación de frio, de acuerdo

con su carga, pero si es superada su capacidad de estabilización, acumula esa energía y abre la posibilidad de cambiar de orbital hasta convertir en Ion (perder un electrón en el último orbital u orbital de valencia) al átomo en cuestión, al tener la carga de energía positiva (Cátodo) o negativa (Ánodo) suficiente, acercándose o alejándose del magnetismo que lo retiene.

En el diseño natural, los átomos de las moléculas, están alineados en secuencias organizadas por el tipo de su energía, estableciendo una especie de cadena que va transmitiendo energía recibida del fotón o del neutrino, fluyendo de electrón en electrón, de átomo en átomo en secuencias indefinidas.

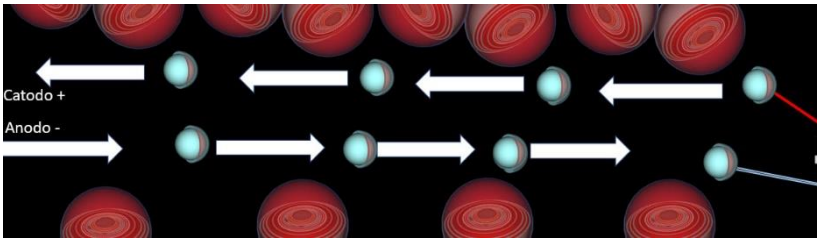


Figura 4.8.2. Procesos de ionización

- : Portadores de electrones

En los sistemas vivos y de acuerdo con esta explicación, una pequeña clase de compuestos funciona como transportadores de electrones: se unen y transportan electrones de alta energía entre compuestos en rutas. Los principales transportadores de electrones que consideraremos se derivan del grupo de vitamina B y son derivados de nucleótidos. Estos compuestos pueden reducirse fácilmente (es decir, aceptan electrones) u oxidarse (pierden electrones). El dinucleótido de nicotinamida y adenina (NAD) (Figura 4.8.3.) se deriva de la vitamina B3, la niacina NAD^+ es la forma oxidada de la molécula; NADH es la forma reducida de la molécula después de haber aceptado dos electrones y un protón (que juntos son el equivalente de un átomo de hidrógeno con un electrón extra).

NAD^+ puede aceptar electrones de una molécula orgánica según la ecuación general:

RH		NAD		NADH		R
Agente Reductor	+	Agente Oxidante	⟹	Reducido	+	Oxidado

Cuando se agregan electrones a un compuesto, se reducen. Un compuesto que reduce a otro se llama agente reductor. En la ecuación anterior, Rubisco + Hidrógeno, es un agente reductor y NAD^+ se reduce a NADH. Cuando se eliminan electrones del compuesto, se oxida. Un compuesto que oxida a otro se llama agente oxidante. En la ecuación anterior, NAD^+ es un agente oxidante y RH se oxida a R.

De manera similar, el dinucleótido de flavina y adenina (FAD^+) se deriva de la vitamina B_2, también llamada riboflavina. Su forma reducida es $FADH_2$. Una segunda variación de NAD, NADP, contiene un grupo fosfato adicional. Tanto el NAD^+ como el FAD^+ se utilizan ampliamente en la extracción de energía de los azúcares, y el NADP desempeña un papel importante en las reacciones anabólicas y la fotosíntesis.

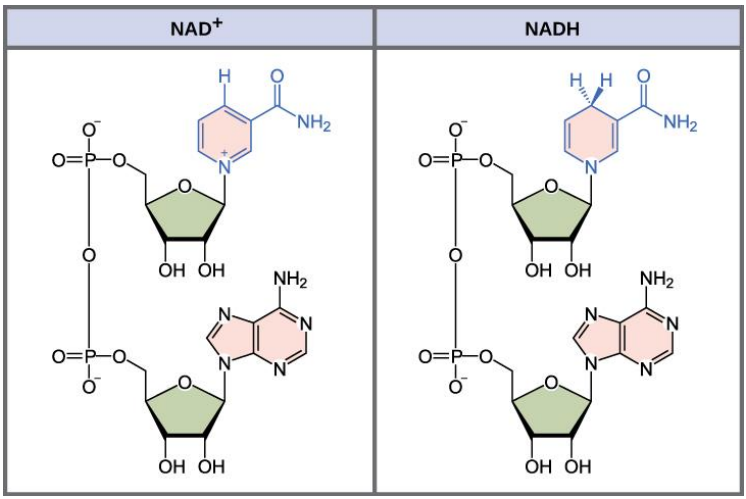


Figura 4.8.3. NAD, NADH

La forma oxidada del portador de electrones (NAD^+) se muestra a la izquierda y la forma reducida (NADH) se muestra a la derecha. La base nitrogenada en NADH tiene un ion de hidrógeno más y dos electrones más que en NAD^+.

- : ATP en sistemas vivos

Una célula viva no puede almacenar cantidades significativas de energía libre. El exceso de energía libre daría como resultado un aumento de la temperatura en la celda, lo que daría como resultado un movimiento térmico excesivo que podría dañar y luego al expandirse demasiado, puede destruir la celda. Más bien, una célula debe ser capaz de manejar esa energía de una manera que le permita almacenar energía de manera segura y liberarla para usarla solo cuando sea necesario. Las células vivas logran esto mediante el uso del compuesto trifosfato de adenosina (ATP). El ATP a menudo se denomina la "moneda de energía" de la célula y, al igual que la moneda, este compuesto versátil se puede utilizar para satisfacer cualquier necesidad de energía de la célula. ¿Cómo? Funciona de manera similar a una batería recargable.

Cuando se descompone el ATP, por lo general mediante la eliminación de su grupo fosfato terminal, se libera energía. La energía se utiliza para hacer trabajo por parte de la célula, generalmente mediante la unión del fosfato liberado a otra molécula, activándola. Por ejemplo, en el trabajo mecánico de la contracción muscular, el ATP suministra la energía para mover las proteínas musculares contráctiles. Recuerde el trabajo de transporte activo de la bomba de sodio-potasio en las membranas celulares. El ATP altera la estructura de la proteína integral que funciona como bomba, cambiando su afinidad por el sodio y el potasio. De esta manera, la celda realiza un trabajo, bombeando iones en contra de sus gradientes electroquímicos.

- : ATP estructura y función

En el corazón del ATP se encuentra una molécula de monofosfato de adenosina (AMP), que se compone de una molécula de adenina unida a una molécula de ribosa ya un solo grupo fosfato (Figura 4.8.4.). La adición de un segundo grupo fosfato a esta molécula central da como resultado la formación de adenosina difosfato (ADP); la adición de un tercer grupo fosfato forma trifosfato de adenosina (ATP).

El ATP (trifosfato de adenosina) tiene tres grupos fosfato que se pueden eliminar por hidrólisis para formar ADP (difosfato de adenosina) o AMP (monofosfato de adenosina). Las cargas negativas

del grupo fosfato se repelen naturalmente entre sí, lo que requiere energía para unirlas y liberando energía cuando estos enlaces se rompen.

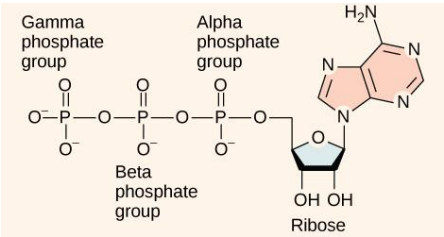


Figura 4.8.4. ATP

La adición de un grupo fosfato a una molécula requiere energía. Los grupos fosfato están cargados negativamente y, por lo tanto, se repelen entre sí cuando están dispuestos en serie, como lo están en ADP y ATP. Esta repulsión hace que las moléculas de ADP y ATP sean inherentemente inestables. La liberación de uno o dos grupos fosfato del ATP, un proceso llamado "desfosforilación", libera energía.

- : **Energía del ATP**

La hidrólisis es el proceso de romper macromoléculas complejas. Durante la hidrólisis, el agua se divide o ioniza el átomo de hidrógeno resultante (H^+) y un grupo hidroxilo (OH^-) se agregan a la molécula más grande. La hidrólisis de ATP produce ADP, junto con un ion fosfato inorgánico (P_i), y la liberación de energía libre. Para llevar a cabo los procesos vitales, el ATP se descompone continuamente en ADP y, como una batería recargable, el ADP se regenera continuamente en ATP mediante la unión de un tercer grupo fosfato. El agua, que se descompuso en su átomo de hidrógeno y grupo hidroxilo durante la hidrólisis del ATP, se regenera cuando se agrega un tercer fosfato a la molécula de ADP, reformando el ATP.

Obviamente, se debe infundir energía en el sistema para regenerar ATP. ¿De dónde viene esta energía? En casi todos los seres vivos de la tierra, por ejemplo, la energía proviene de los rayos solares que producen el desdoblamiento de la clorofila con el oxígeno, el carbono y el agua en los vegetales o del metabolismo de la glucosa con el carbono y el oxígeno en los animales. De esta manera, el ATP

es un vínculo directo entre el conjunto limitado de vías exergónicas del catabolismo de la glucosa y la multitud de vías endergónicas que alimentan a las células vivas.

- : **Fosforilación**

Recuerde que, en algunas reacciones químicas, las enzimas pueden unirse a varios sustratos que reaccionan entre sí en la enzima, formando un complejo intermedio. Un complejo intermedio es una estructura temporal y permite que uno de los sustratos (como el ATP) y los reactivos reaccionen más fácilmente entre sí; en las reacciones que involucran ATP, el ATP es uno de los sustratos y el ADP es un producto. Durante una reacción química endergónica, el ATP forma un complejo intermedio con el sustrato y la enzima en la reacción. Este complejo intermedio permite que el ATP transfiera su tercer grupo fosfato, con su energía, al sustrato, un proceso llamado fosforilación. La fosforilación se refiere a la adición del fosfato (~P). Esto se ilustra mediante la siguiente reacción genérica:

$$A + \text{enzima} + ATP \rightarrow [\, A - \text{enzima} - \sim P] \rightarrow B + \text{enzima} + ADP + \text{ion fosfato}$$

Cuando el complejo intermedio se rompe, la energía se usa para modificar el sustrato y convertirlo en un producto de la reacción. La molécula de ADP y un ión de fosfato libre se liberan en el medio y están disponibles para su reciclaje a través del metabolismo celular.

- : **Fosforilación de sustrato**

El ATP se genera a través de dos mecanismos durante la descomposición de la glucosa. Se generan unas pocas moléculas de ATP (es decir, se regeneran a partir de ADP) como resultado directo de las reacciones químicas que ocurren en las vías catabólicas.

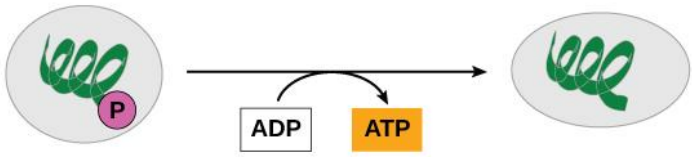


Figura 4.8.5. Fosforilación

Se elimina un grupo fosfato de un reactivo intermedio en la ruta y la energía libre de la reacción se usa para agregar el tercer fosfato a

una molécula de ADP disponible, produciendo ATP (Figura 7.4). Este método muy directo de fosforilación se llama fosforilación a nivel de sustrato. En una reacción de fosforilación de sustrato, se elimina un grupo fosfato de un reactivo intermedio y se une a ADP, formando una molécula de ADP.

- : **Fosforilación Oxidativa**

Sin embargo, la mayor parte del ATP generado durante el catabolismo de la glucosa se deriva de un proceso mucho más complejo, la quimiosmosis, que tiene lugar en las mitocondrias (Figura 4.8.6.) dentro de una célula eucariota o en la membrana plasmática de una célula procariota. La quimiosmosis, un proceso de producción de ATP en el metabolismo celular, se utiliza para generar el 90 por ciento del ATP producido durante el catabolismo de la glucosa y también es el método utilizado en las reacciones luminosas de la fotosíntesis para aprovechar la energía de la luz solar. La producción de ATP mediante el proceso de quimiosmosis se denomina fosforilación oxidativa debido a la participación del oxígeno en el proceso.

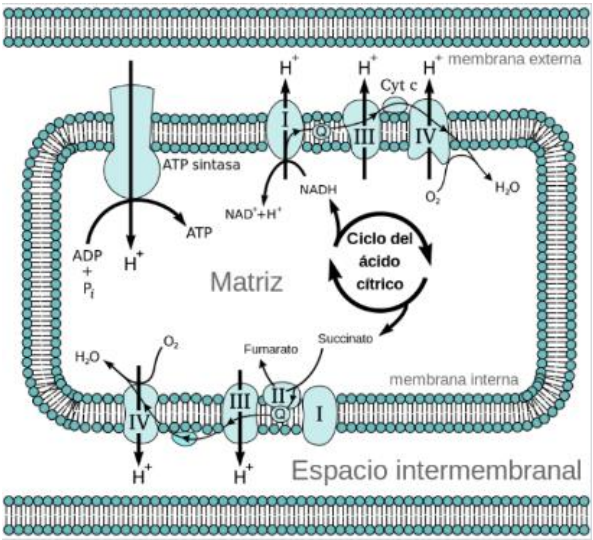


Figura 4.8.6. Proceso de Quimi-osmosis que se realiza em la mitocondria

En eucariotas, la fosforilación oxidativa tiene lugar en las mitocondrias. En procariotas, este proceso tiene lugar en la

membrana plasmática. (Crédito: modificación de obra de Mariana Ruiz Villareal).

*** : La Glucólisis**

La glucólisis comienza con la estructura en forma de anillo de seis carbonos de una sola molécula de glucosa y termina con dos moléculas de un azúcar de tres carbonos llamado **piruvato**. La glucólisis consta de dos fases distintas. La primera parte de la vía de la glucólisis atrapa la molécula de glucosa en la célula y usa energía para modificarla de modo que la molécula de azúcar de seis carbonos pueda dividirse uniformemente en dos moléculas de tres carbonos. La segunda parte de la glucólisis extrae energía de las moléculas y la almacena en forma de ATP y NADH, la forma reducida de NAD^+.

+ : **Primera mitad de la glucólisis (pasos que requieren energía)**

Paso 1. El primer paso de la glucólisis (Figura 4.8.7.) está catalizado por la hexoquinasa, una enzima con amplia especificidad que cataliza la fosforilación de azúcares de seis carbonos. La hexocinasa fosforila la glucosa utilizando ATP como fuente de fosfato, produciendo glucosa-6-fosfato, una forma de glucosa más reactiva. Esta reacción evita que la molécula de glucosa fosforilada siga interactuando con las proteínas GLUT, y ya no puede salir de la célula porque el fosfato cargado negativamente no le permitirá atravesar el interior hidrofóbico de la membrana plasmática.

Paso 2. En el segundo paso de la glucólisis, una isomerasa convierte la glucosa-6-fosfato en uno de sus isómeros, la fructosa-6-fosfato. Una **isomerasa** es una enzima que cataliza la conversión de una molécula en uno de sus isómeros. (Este cambio de fosfoglucosa a fosfofructosa permite la eventual división del azúcar en dos moléculas de tres carbonos).

Paso 3. El tercer paso es la fosforilación de la fructosa-6-fosfato, catalizada por la enzima fosfofructocinasa. Una segunda molécula de ATP dona un fosfato de alta energía a la fructosa-6-fosfato, produciendo fructosa- 1,6- bi fosfato. En esta vía, la fosfofructocinasa es una enzima limitante de la velocidad. Es activo cuando la concentración de ADP es alta; es menos activo cuando los

niveles de ADP son bajos y la concentración de ATP es alta. Por lo tanto, si hay ATP "suficiente" en el sistema, la vía se ralentiza. Este es un tipo de inhibición del producto final, ya que el ATP es el producto final del catabolismo de la glucosa.

Paso 4. Los fosfatos de alta energía recién agregados desestabilizan aún más la fructosa-1,6-bisfosfato. El cuarto paso de la glucólisis emplea una enzima, la aldolasa, para dividir la fructosa-1,6-bifosfato en dos isómeros de tres carbonos: dihidroxiacetona-fosfato y gliceraldehído-3-fosfato.

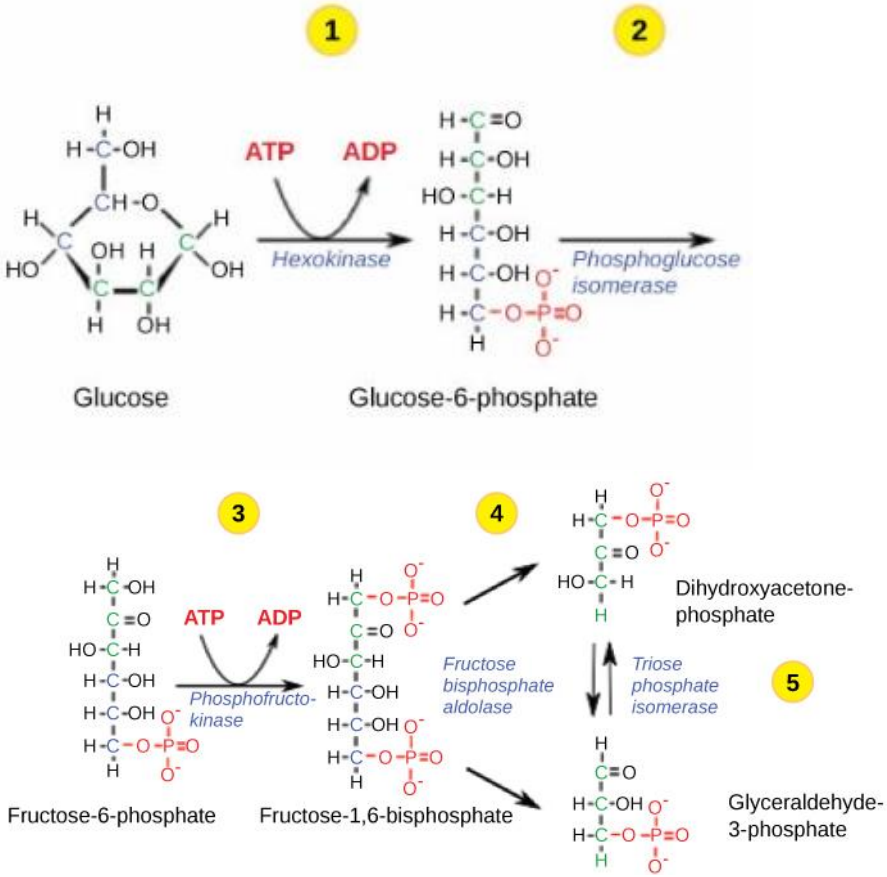


Figura 4.8.7. Primera fase de la Glucolisis

Paso 5. En el quinto paso, una isomerasa transforma la dihidroxiacetona-fosfato en su isómero, gliceraldehído-3-fosfato. Así, la vía continuará con dos moléculas de gliceraldehído-3-fosfato. En este punto de la ruta, hay una inversión neta de energía

de dos moléculas de ATP en la descomposición de una molécula de glucosa.

La primera mitad de la glucólisis utiliza dos moléculas de ATP en la fosforilación de la glucosa, que luego se divide en dos moléculas de tres carbonos.

- : **Segunda mitad de la glucólisis (pasos de liberación de energía)**

Hasta ahora, la glucólisis le ha costado a la célula dos moléculas de ATP y ha producido dos pequeñas moléculas de azúcar de tres carbonos. Ambas moléculas avanzarán a través de la segunda mitad de la vía, y se extraerá suficiente energía para devolver las dos moléculas de ATP utilizadas como inversión inicial y producir una ganancia para la célula de dos moléculas de ATP adicionales y dos moléculas de energía aún más altas. moléculas de NADH.

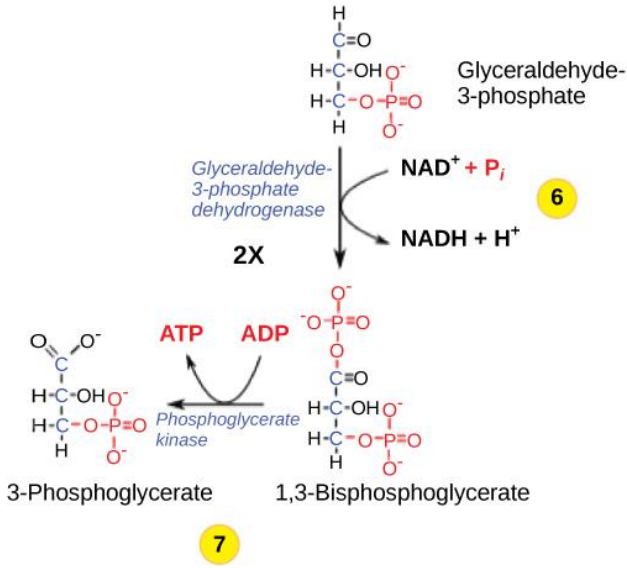


Figura 4.8.8.A Segunda fase de la glucólisis

Paso 6. El sexto paso de la glucólisis (Figura 4.8.8.A) oxida el azúcar (gliceraldehído-3-fosfato), extrayendo electrones de alta energía, que son captados por el transportador de electrones NAD^+, produciendo NADH. Luego, el azúcar se fosforila mediante la adición de un segundo grupo fosfato, lo que produce 1,3-

bisfosfoglicerato. Tenga en cuenta que el segundo grupo fosfato no requiere otra molécula de ATP.

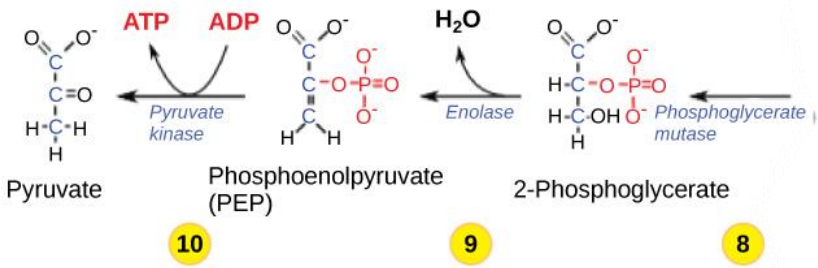


Figura 4.8.8.B Segunda fase de la glucólisis

La segunda mitad de la glucólisis implica la fosforilación sin inversión de ATP (paso 6) y produce dos moléculas de NADH y cuatro de ATP por glucosa.

Aquí nuevamente hay un factor limitante potencial para esta vía. La continuación de la reacción depende de la disponibilidad de la forma oxidada del transportador de electrones, NAD^+. Por lo tanto, el NADH debe volver a oxidarse continuamente en NAD^+ para que este paso continúe. Si NAD^+ no está disponible, la segunda mitad de la glucólisis se ralentiza o se detiene. Si hay oxígeno disponible en el sistema, el NADH se oxidará fácilmente, aunque indirectamente, y los electrones de alta energía del hidrógeno liberado en este proceso se utilizarán para producir ATP. En un ambiente sin oxígeno, una vía alternativa (fermentación) puede proporcionar la oxidación de NADH a NAD^+.

Paso 7. En el séptimo paso, catalizado por la fosfoglicerato quinasa (una enzima llamada así por la reacción inversa), el 1,3-bisfosfoglicerato dona un fosfato de alta energía al ADP, formando una molécula de ATP. (Este es un ejemplo de fosforilación a nivel de sustrato). Un grupo carbonilo en el 1,3-bisfosfoglicerato se oxida a un grupo carboxilo y se forma 3-fosfoglicerato.

Paso 8. En el octavo paso, el grupo fosfato restante en el 3-fosfoglicerato se mueve del tercer carbono al segundo carbono, produciendo 2-fosfoglicerato (un isómero del 3-fosfoglicerato). La enzima que cataliza este paso es una mutasa (isomerasa).

Paso 9. La enolasa cataliza el noveno paso. Esta enzima hace que el 2-fosfoglicerato pierda agua de su estructura; esta es una reacción de deshidratación, que resulta en la formación de un doble enlace que aumenta la energía potencial en el enlace de fosfato restante y produce fosfoenolpiruvato (PEP).

Paso 10. El último paso en la glucólisis es catalizado por la enzima piruvato quinasa (la enzima en este caso recibe su nombre de la reacción inversa de la conversión del piruvato en PEP) y da como resultado la producción de una segunda molécula de ATP por fosforilación a nivel de sustrato y el ácido pirúvico compuesto (o su forma de sal, piruvato). Muchas enzimas en las vías enzimáticas reciben el nombre de las reacciones inversas, ya que la enzima puede catalizar tanto reacciones directas como inversas (estas pueden haber sido descritas inicialmente por la reacción inversa que tiene lugar in vitro, en condiciones no fisiológicas).

*** : Oxidación del Piruvato y el ciclo del ácido Cítrico**

Si hay oxígeno disponible, la respiración aeróbica avanzará. En las células eucariotas, las moléculas de piruvato producidas al final de la glucólisis se transportan a las mitocondrias. Allí, el piruvato se transformará en un grupo acetilo que será recogido y activado por un compuesto transportador llamado coenzima A (CoA). El compuesto resultante se llama **acetil CoA**. CoA está hecho de vitamina B5, ácido pantoténico. Aíetil CoA puede ser utilizado en una variedad de formas por la célula, pero su función principal es entregar el grupo acetilo derivado del piruvato a la siguiente etapa de la vía en el catabolismo de la glucosa.

- : Desglose de piruvato

Para que el piruvato, el producto de la glucólisis, entre en la siguiente ruta, debe sufrir varios cambios. La conversión es un proceso de tres pasos (Figura 4.8.8.).

Paso 1. Se elimina un grupo carboxilo del piruvato, liberando una molécula de dióxido de carbono en el medio circundante. El resultado de este paso es un grupo hidroxietilo de dos carbonos unido a la enzima (piruvato deshidrogenasa). Este es el primero de los seis carbonos de la molécula de glucosa original que se elimina. Este paso se realiza dos veces (recuerde: se

producen *dos* moléculas de piruvato al final de la glicolisis) por cada molécula de glucosa metabolizada; por lo tanto, dos de los seis carbonos se habrán eliminado al final de ambos pasos.

Paso 2. El grupo hidroxietilo se oxida a un grupo acetilo, y los electrones son recogidos por NAD $^{+}$, formando NADH. Los electrones de alta energía del NADH se utilizarán más adelante para generar ATP.

Paso 3. El grupo acetilo unido a la enzima se transfiere a CoA, produciendo una molécula de acetil CoA.

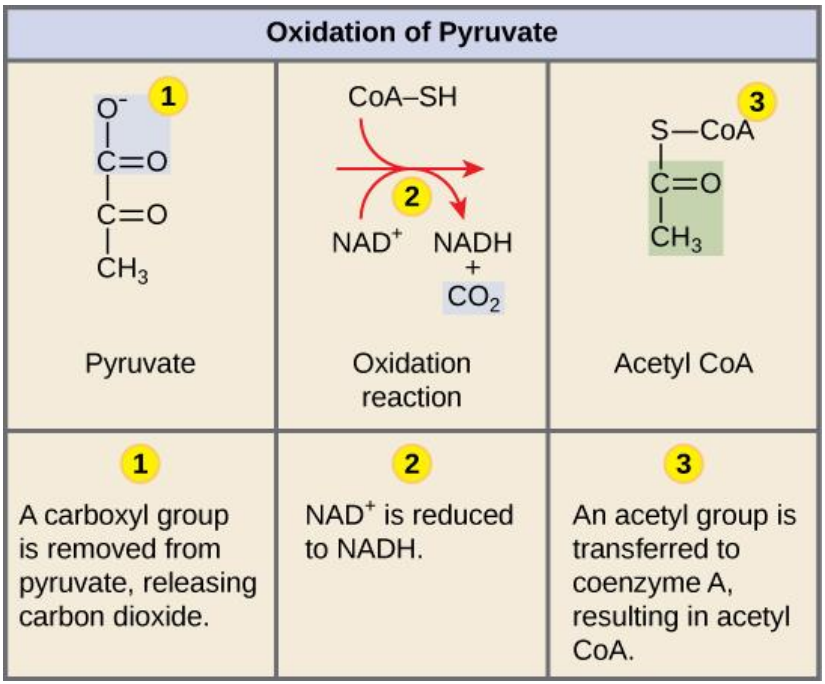


Figura 4.8.9. Oxidación del Piruvato

Al ingresar a la matriz mitocondrial, un complejo multienzimático convierte el piruvato en acetil CoA. En el proceso, se libera dióxido de carbono y se forma una molécula de NADH.

Tenga en cuenta que, durante la segunda etapa del metabolismo de la glucosa, cada vez que se elimina un átomo de carbono, se une a dos átomos de oxígeno, produciendo dióxido de carbono, uno de los principales productos finales de la respiración celular.

- : Acetil CoA a CO_2

En presencia de oxígeno, el acetil CoA entrega su grupo acetilo a una molécula de cuatro carbonos, oxaloacetato, para formar citrato, una molécula de seis carbonos con tres grupos carboxilo; esta vía recolectará el resto de la energía extraíble de lo que comenzó como una molécula de glucosa. Esta vía única recibe diferentes nombres: el ciclo del ácido cítrico (por el primer intermedio formado, ácido cítrico o citrato, cuando el acetato se une al oxaloacetato), el **ciclo TCA** (ya que el ácido cítrico o citrato y el isocitrato son ácidos tricarboxílicos), y el ciclo de Krebs, en honor a Hans Krebs, quien identificó por primera vez los pasos en el camino en la década de 1930 en los músculos de vuelo de las palomas.

- : Ciclo del ácido cítrico

Al igual que la conversión de piruvato en acetil CoA, el ciclo del ácido cítrico tiene lugar en la matriz de las mitocondrias. Casi todas las enzimas del ciclo del ácido cítrico son solubles, con la única excepción de la enzima succinato deshidrogenasa, que está incrustada en la membrana interna mitocondrial. A diferencia de la glucólisis, el ciclo del ácido cítrico es un circuito cerrado: la última parte de la vía regenera el compuesto utilizado en el primer paso.

Los ocho pasos del ciclo son una serie de reacciones redox, deshidratación, hidratación y descarboxilación que producen dos moléculas de dióxido de carbono, una GTP/ATP y formas reducidas de NADH y $FADH_2$ (Figura 4.8.10.). Esto se considera una vía aeróbica porque el NADH y $FADH_2$ producidos deben transferir sus electrones a la siguiente vía del sistema, que utilizará oxígeno. Si no ocurre esta transferencia, tampoco ocurren los pasos de oxidación del ciclo del ácido cítrico. Tenga en cuenta que el ciclo del ácido cítrico produce muy poco ATP directamente y no consume oxígeno directamente.

En el ciclo del ácido cítrico, el grupo acetilo del acetil CoA se une a una molécula de oxalacetato de cuatro carbonos para formar una molécula de citrato de seis carbonos. A través de una serie de pasos, el citrato se oxida, liberando dos moléculas de dióxido de carbono por cada grupo acetilo que se introduce en el ciclo. En el proceso, tres moléculas de NAD^+ se reducen a NADH, una molécula de FAD se reduce a $FADH_2$ y se produce un ATP o GTP (según el tipo de célula) (mediante fosforilación a nivel de sustrato). Debido a que el

producto final del ciclo del ácido cítrico es también el primer reactivo, el ciclo transcurre continuamente en presencia de suficientes reactivos. (crédito: modificación del trabajo de "Yikrazuul"/Wikimedia Commons)

- : Pasos en el ciclo del ácido cítrico

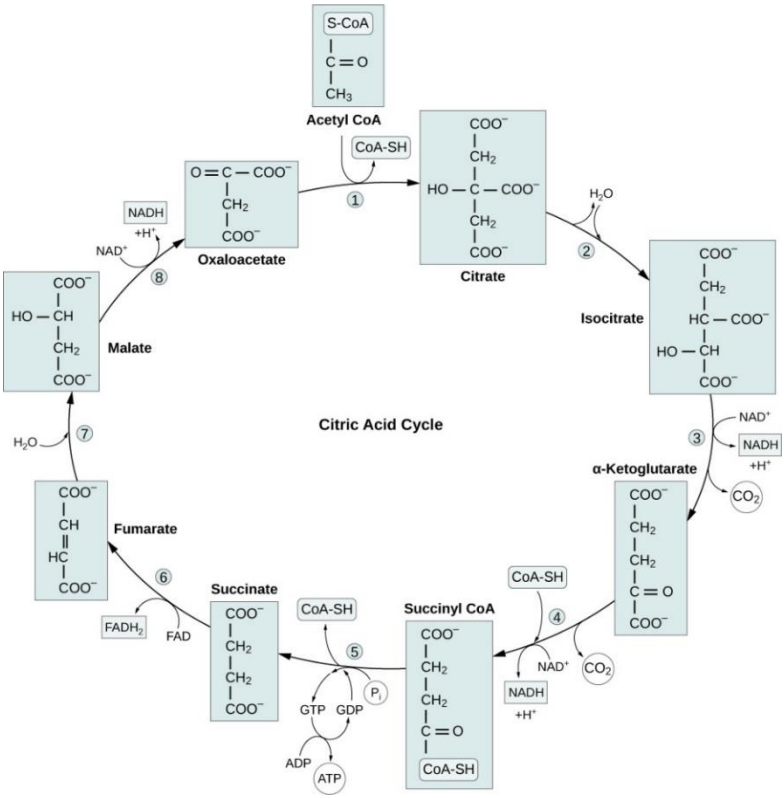


Figura 4.8.10. Ciclo del ácido cítrico

Paso 1. Antes del inicio del primer paso, se produce una fase de transición durante la cual el ácido pirúvico se convierte en acetil CoA. Luego, comienza el primer paso del ciclo: este es un paso de condensación, que combina el grupo acetilo de dos carbonos con una molécula de oxalacetato de cuatro carbonos para formar una molécula de citrato de seis carbonos. CoA se une a un grupo sulfhidrilo (-SH) y se difunde para combinarse eventualmente con otro grupo acetilo. Este paso es irreversible porque es altamente exergónico. La velocidad de esta reacción está controlada por la retroalimentación negativa y la cantidad de ATP disponible. Si los

niveles de ATP aumentan, la velocidad de esta reacción disminuye. Si hay escasez de ATP, la tasa aumenta.

Paso 2. En el paso dos, el citrato pierde una molécula de agua y gana otra a medida que el citrato se convierte en su isómero, el isocitrato.

Paso 3. En el paso tres, el isocitrato se oxida, produciendo una molécula de cinco carbonos, α-cetoglutarato, junto con una molécula de CO_2 y dos electrones, que reducen el NAD^+ a NADH. Este paso también está regulado por la retroalimentación negativa de ATP y NADH, y un efecto positivo de ADP.

Pasos 3 y 4. Los pasos tres y cuatro son pasos de oxidación y descarboxilación, que liberan electrones que reducen el NAD^+ a NADH y liberan grupos carboxilo que forman moléculas de CO_2. El α-cetoglutarato es el producto del paso tres y un grupo succinilo es el producto del paso cuatro. CoA se une al grupo succinilo para formar succinil CoA. La enzima que cataliza el paso cuatro, está regulada por la inhibición por retroalimentación de ATP, succinil CoA y NADH.

Paso 5. En el paso cinco, la coenzima A se sustituye por un grupo carboxilo y se forma un enlace de alta energía. Esta energía se utiliza en la fosforilación a nivel de sustrato (durante la conversión del grupo succinilo en succinato) para formar trifosfato de guanina (GTP) o ATP. Hay dos formas de la enzima, llamadas isoenzimas, para este paso, según el tipo de tejido animal en el que se encuentren. Una forma se encuentra en tejidos que utilizan grandes cantidades de ATP, como el corazón y el músculo esquelético. Esta forma produce ATP. La segunda forma de la enzima se encuentra en tejidos que tienen una gran cantidad de vías anabólicas, como los tejidos hepáticos. Esta forma produce GTP. GTP es energéticamente equivalente a ATP; sin embargo, su uso es más restringido. En particular, la síntesis de proteínas utiliza principalmente GTP.

Paso 6. El paso seis es un proceso de deshidratación que convierte el succinato en fumarato. Dos átomos de hidrógeno se transfieren a FAD, produciendo $FADH_2$. La energía contenida en los electrones de estos átomos es insuficiente para reducir el NAD^+ pero adecuada para reducir el FAD. A diferencia del NADH, este transportador permanece unido a la enzima y transfiere los electrones directamente a la cadena de transporte de electrones. Este proceso

es posible gracias a la localización de la enzima que cataliza este paso dentro de la membrana interna de la mitocondria.

Paso 7. Se agrega agua al fumarato durante el paso siete y se produce malato. El último paso en el ciclo del ácido cítrico regenera el oxaloacetato al oxidar el malato. En el proceso se produce otra molécula de NADH.

+ : **Fósforilación Oxidativa**

Acabamos de ver acerca de dos vías Introduzca el catabolismo de la glucosa, la glucólisis y el ciclo del ácido cítrico, que generan ATP. Sin embargo, la mayor parte del ATP generado durante el catabolismo aeróbico de la glucosa no se genera directamente a partir de estas vías. Más bien, se deriva de un proceso que comienza con el movimiento de electrones a través de una serie de transportadores de electrones que experimentan reacciones redox. Esto hace que los iones de hidrógeno se acumulen dentro del espacio intermembranoso. Por lo tanto, se forma un gradiente de concentración en el que los iones de hidrógeno se difunden fuera del espacio intermembranoso hacia la matriz mitocondrial al pasar a través de la ATP sintasa. La corriente de iones de hidrógeno potencia la acción catalítica de la ATP sintasa, que fosforila ADP, produciendo ATP.

- : Cadena de transporte de electrones

La cadena de transporte de electrones (Figura 4.8.10.) es el último componente de la respiración aeróbica y es la única parte del metabolismo de la glucosa que utiliza oxígeno atmosférico. El oxígeno se difunde continuamente en las plantas; en los animales, entra al cuerpo a través del sistema respiratorio. El transporte de electrones es una serie de reacciones redox que se asemejan a una carrera de relevos o una brigada de cubos en la que los electrones pasan rápidamente de un componente al siguiente, hasta el punto final de la cadena donde los electrones reducen el oxígeno molecular y producen agua.

Hay cuatro complejos compuestos de proteínas, etiquetados del I al IV en la figura 4.8.10. y la agregación de estos cuatro complejos, junto con los portadores de electrones accesorios móviles asociados, se denomina cadena de transporte de electrones. La cadena de

transporte de electrones está presente en múltiples copias en la membrana mitocondrial interna de los eucariotas y la membrana plasmática de los procariotas.

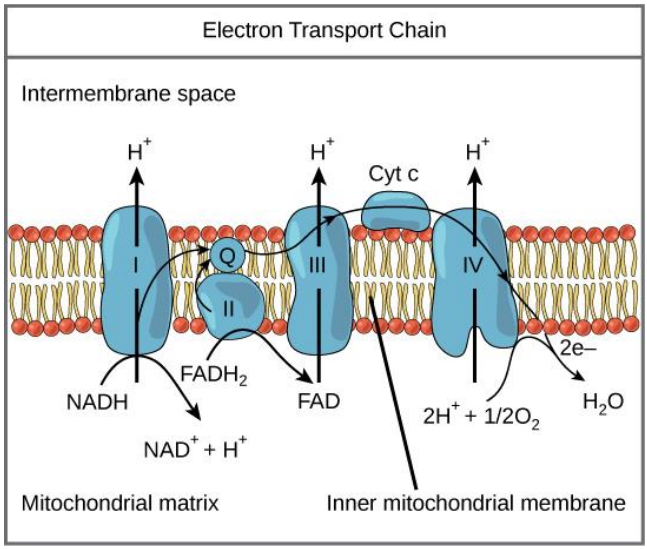


Figura 4.8.11. Transporte de electrones

La cadena de transporte de electrones es una serie de transportadores de electrones incrustados en la membrana mitocondrial interna que transporta electrones del NADH y FADH $_2$ al oxígeno molecular. En el proceso, los protones se bombean desde la matriz mitocondrial al espacio intermembrana y el oxígeno se reduce para formar agua.

- : **Complejo I**

Para empezar, se transportan dos electrones al primer complejo a bordo del NADH. Este complejo, etiquetado como I, está compuesto por mononucleótido de flavina (FMN) y una proteína que contiene hierro y azufre (Fe-S). FMN, que se deriva de la vitamina B $_2$, también llamada riboflavina, es uno de varios grupos protésicos o cofactores en la cadena de transporte de electrones.

Un grupo protésico es una molécula no proteica requerida para la actividad de una proteína. Los grupos prostéticos son moléculas orgánicas o inorgánicas no peptídicas unidas a una proteína que

facilitan su función; los grupos prostéticos incluyen coenzimas, que son los grupos prostéticos de las enzimas. La enzima del complejo I es la NADH deshidrogenasa y está compuesta por 44 cadenas polipeptídicas separadas. El complejo I puede bombear cuatro iones de hidrógeno a través de la membrana desde la matriz hacia el espacio intermembrana, y es de esta manera que se establece y mantiene el gradiente de iones de hidrógeno entre los dos compartimentos separados por la membrana mitocondrial interna.

- : **Q y Complejo II**

El complejo II recibe directamente $FADH_2$, que no pasa por el complejo I. El compuesto que conecta el primero y el segundo complejo con el tercero es la **ubiquinona** (Q). La molécula Q es soluble en lípidos y se mueve libremente a través del núcleo hidrofóbico de la membrana. Una vez que se reduce (QH_2), la ubiquinona entrega sus electrones al siguiente complejo en la cadena de transporte de electrones. Q recibe los electrones derivados de NADH del complejo I y los electrones derivados de $FADH_2$ del complejo II. Esta enzima y $FADH_2$forman un pequeño complejo que entrega electrones directamente a la cadena de transporte de electrones, sin pasar por el primer complejo. Dado que estos electrones pasan por alto y, por lo tanto, no activan la bomba de protones en el primer complejo, se forman menos moléculas de ATP a partir de los electrones $FADH_2$. El número de moléculas de ATP obtenidas finalmente es directamente proporcional al número de protones bombeados a través de la membrana mitocondrial interna.

- : **Complejo III**

El tercer complejo está compuesto por citocromo b, otra proteína Fe-S, centro de Rieske (centro 2Fe-2S) y proteínas de citocromo c; este complejo también se llama citocromo oxidorreductasa. Las proteínas de citocromo tienen un grupo prostético de hemo. La molécula de hemo es similar al hemo de la hemoglobina, pero transporta electrones, no oxígeno. Como resultado, el ion de hierro en su núcleo se reduce y se oxida a medida que pasa los electrones, fluctuando entre diferentes estados de oxidación: Fe^{++} (reducido) y Fe^{+++}(oxidado). Las moléculas de hemo en los citocromos tienen características ligeramente diferentes debido a los efectos de las

diferentes proteínas que las unen, dando características ligeramente diferentes a cada complejo.

El complejo III bombea protones a través de la membrana y pasa sus electrones al citocromo c para transportarlos al cuarto complejo de proteínas y enzimas (el citocromo c es el aceptor de electrones de Q; sin embargo, mientras que Q transporta pares de electrones, el citocromo c puede aceptar solo uno). a la vez).

- : **Complejo IV**

El cuarto complejo está compuesto por las proteínas del citocromo c, a y a_3. Este complejo contiene dos grupos hemo (uno en cada uno de los dos citocromos, ay a_3) y tres iones de cobre (un par de Cu_A y un Cu_B en el citocromo a_3). Los citocromos mantienen una molécula de oxígeno muy apretada entre los iones de hierro y cobre hasta que el oxígeno se reduce por completo. El oxígeno reducido luego toma dos iones de hidrógeno del medio circundante para formar agua (H_2O). La eliminación de los iones de hidrógeno del sistema contribuye al gradiente de iones utilizado en el proceso de quimi-osmosis.

- : **Quimiosmosis**

En la quimi-osmosis, la energía libre de la serie de reacciones redox que acabamos de describir se usa para bombear iones de hidrógeno (protones) a través de la membrana. La distribución desigual de los iones H^+ a través de la membrana establece tanto la concentración como los gradientes eléctricos (por lo tanto, un gradiente electroquímico), debido a la carga positiva de los iones de hidrógeno y su agregación en un lado de la membrana.

Si la membrana estuviera abierta a la difusión de los iones de hidrógeno, los iones tenderían a difundirse de regreso a la matriz, impulsados por su gradiente electroquímico. Recuerde que muchos iones no pueden difundirse a través de las regiones no polares de las membranas de fosfolípidos sin la ayuda de los canales iónicos. De manera similar, los iones de hidrógeno en el espacio de la matriz solo pueden atravesar la membrana mitocondrial interna a través de una proteína de membrana integral llamada ATP sintasa (Figura 7.12).

Esta proteína compleja actúa como un pequeño generador, girado por la fuerza de los iones de hidrógeno que se difunden a través de ella, a favor de su gradiente electroquímico. El giro de partes de esta máquina molecular facilita la adición de un fosfato a ADP, formando ATP, utilizando la energía potencial del gradiente de iones de hidrógeno.

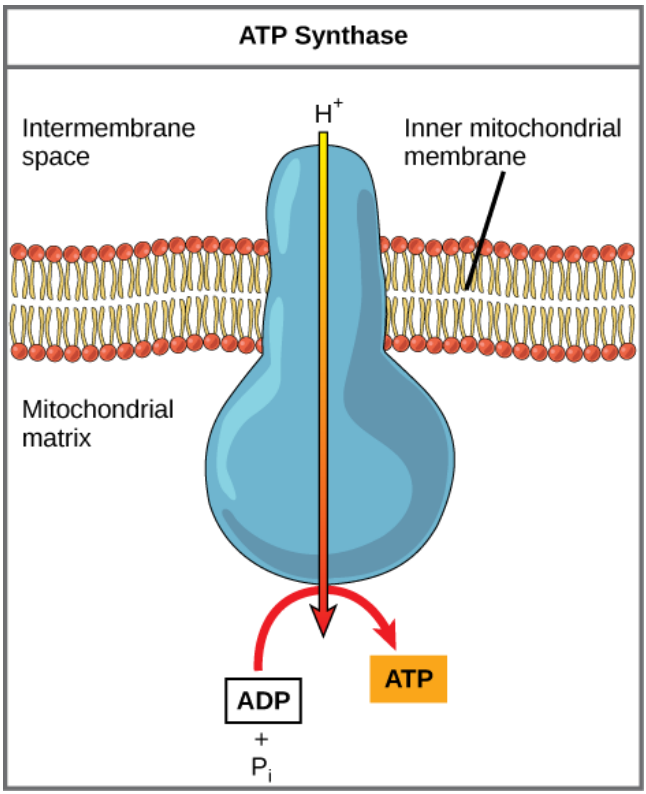


Figura 4.8.12. Síntesis del ATP

El ATP sintasa es una máquina molecular compleja que utiliza un gradiente de protones (H^+) para formar ATP a partir de ADP y fosfato inorgánico (Pi). (Crédito: modificación del trabajo de Klaus Hoffmeier)

La quimiosmosis (Figura 4.8.13.) se usa para generar el 90 por ciento del ATP producido durante el catabolismo aeróbico de la glucosa; también es el método utilizado en las reacciones luminosas de la fotosíntesis para aprovechar la energía de la luz solar en el

proceso de fotofosforilación. Recuerde que la producción de ATP mediante el proceso de quimiosmosis en las mitocondrias se denomina fosforilación oxidativa. El resultado general de estas reacciones es la producción de ATP a partir de la energía de los electrones extraídos de los átomos de hidrógeno. Estos átomos eran originalmente parte de una molécula de glucosa. Al final de la ruta, los electrones se utilizan para reducir una molécula de oxígeno a iones de oxígeno. Los electrones adicionales en el oxígeno atraen iones de hidrógeno (protones) del medio circundante y se forma agua.

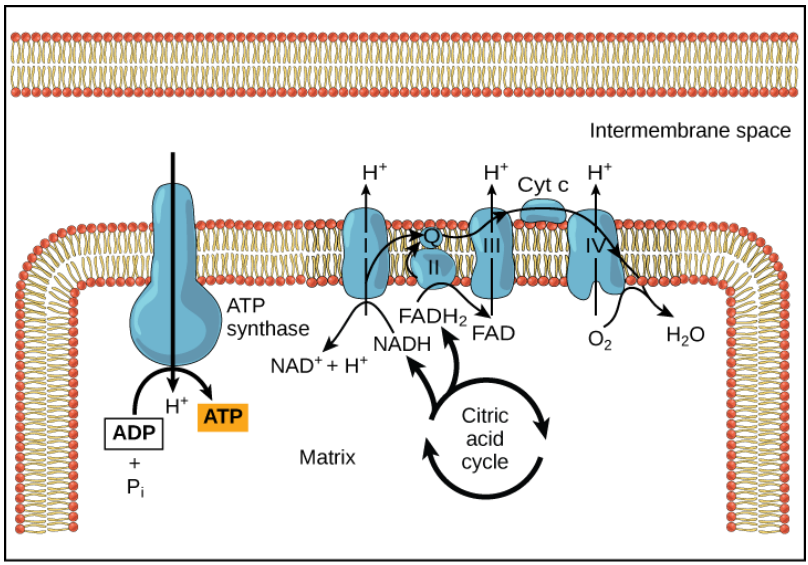


Figura 4.8.13. Quimiósmosis

En la fosforilación oxidativa, la ATP sintasa utiliza el gradiente de pH formado por la cadena de transporte de electrones para formar ATP.

- : **Rendimiento ATP**

El número de moléculas de ATP generadas a partir del catabolismo de la glucosa varía. Por ejemplo, la cantidad de iones de hidrógeno que los complejos de la cadena de transporte de electrones pueden bombear a través de la membrana varía entre las especies. Otra fuente de variación proviene del transporte de electrones a través de las membranas de las mitocondrias. (El NADH generado a partir de la glucólisis no puede entrar fácilmente en las mitocondrias). Por lo tanto, los electrones son captados en el interior de las

mitocondrias por NAD^+ o FAD^+. Como has aprendido anteriormente, estas moléculas FAD^+ pueden transportar menos iones; en consecuencia, se generan menos moléculas de ATP cuando FAD^+ actúa como transportador. NAD^+ se utiliza como transportador de electrones en el hígado y FAD^+actúa en el cerebro.

Otro factor que afecta el rendimiento de las moléculas de ATP generadas a partir de la glucosa es el hecho de que los compuestos intermedios en estas vías se utilizan para otros fines. El catabolismo de la glucosa se conecta con las vías que construyen o descomponen todos los demás compuestos bioquímicos en las células, y el resultado es algo más complicado que las situaciones ideales descritas hasta ahora. Por ejemplo, los azúcares distintos de la glucosa se introducen en la vía glucolítica para la extracción de energía. Además, los azúcares de cinco carbonos que forman los ácidos nucleicos están hechos de intermediarios en la glucólisis.

Ciertos aminoácidos no esenciales pueden formarse a partir de intermediarios tanto de la glucólisis como del ciclo del ácido cítrico. Los lípidos, como el colesterol y los triglicéridos, también se elaboran a partir de intermediarios en estas vías, y tanto los aminoácidos como los triglicéridos se descomponen para obtener energía a través de estas vías.

*** : Metabolismo sin Oxígeno**

En la respiración aeróbica, el aceptor final de electrones es una molécula de oxígeno, O_2. Si se produce la respiración aeróbica, se producirá ATP utilizando la energía de los electrones de alta energía transportados por NADH o $FADH_2$ a la cadena de transporte de electrones. Si no se produce la respiración aeróbica, el NADH debe re-oxidarse a NAD^+ para su reutilización como transportador de electrones para que continúe la vía glucolítica. ¿Cómo se hace esto? Algunos sistemas vivos utilizan una molécula orgánica como aceptor final de electrones. Los procesos que utilizan una molécula orgánica para regenerar NAD^+ a partir de NADH se denominan colectivamente fermentación. Por el contrario, en algunos sistemas vivos, la cadena de transporte de electrones (ETC) utiliza una molécula inorgánica como aceptor final de electrones, lo que se denomina respiración celular anaeróbica. Ambos procesos permiten

a los organismos convertir la energía para su uso en ausencia de oxígeno.

+ : Respiración celular anaeróbica

Ciertos procariotas, incluidas algunas especies de bacterias y Archaea, utilizan la respiración anaeróbica. Por ejemplo, el grupo de Archaea llamado metanógenos reduce el dióxido de carbono a metano para oxidar NADH. Estos microorganismos se encuentran en el suelo y en el tracto digestivo de rumiantes, como vacas y ovejas. De manera similar, las bacterias reductoras de sulfato y Archaea, la mayoría de las cuales son anaeróbicas (Figura 4.8.14.), reducen el sulfato a sulfuro de hidrógeno para regenerar NAD^+ a partir de NADH.

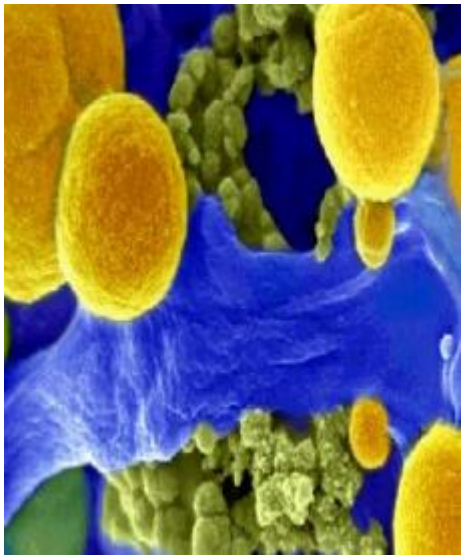


Figura 4.8.14. bacterias reductoras de sulfato y Archaea

El color verde que se ve en estas aguas costeras se debe a una erupción de bacterias productoras de sulfuro de hidrógeno. Estas bacterias anaeróbicas reductoras de sulfato liberan gas de sulfuro de hidrógeno a medida que descomponen las algas en el agua. (crédito: modificación del trabajo de NASA/Jeff Schmaltz, MODIS Land Rapid Response Team en NASA GSFC, Visible Earth Catalog of NASA images).

*** : Conexiones de las vías metabólicas de carbohidratos, proteínas y lípidos**

Hemos visto algo sobre el catabolismo de la glucosa, que proporciona energía a las células vivas. Pero los seres vivos consumen más que glucosa para alimentarse. ¿Cómo termina un sándwich de pavo como ATP en tus células? Esto sucede porque todas las vías catabólicas de carbohidratos, proteínas y lípidos eventualmente se conectan con la glucólisis y las vías del ciclo del ácido cítrico (ver Figura 4.8.16.). Las vías metabólicas deben considerarse porosas, es decir, las sustancias entran por otras vías y los intermediarios salen por otras vías. Estas vías no son sistemas cerrados. Muchos de los sustratos, productos intermedios y productos de una ruta en particular son reactivos en otras rutas.

+ : **Conexiones de otros azúcares con el metabolismo de la glucosa**

El glucógeno, un polímero de la glucosa, es una molécula de almacenamiento de energía en los animales. Cuando hay suficiente ATP presente, el exceso de glucosa se desvía hacia el glucógeno para su almacenamiento. El glucógeno se produce y almacena tanto en el hígado como en el músculo. El glucógeno se hidrolizará en monómeros de glucosa 1-fosfato (G-1-P) si los niveles de azúcar en la sangre caen. La presencia de glucógeno como fuente de glucosa permite que se produzca ATP durante un período de tiempo más largo durante el ejercicio. El glucógeno se descompone en G-1-P y se convierte en G-6-P tanto en las células musculares como hepáticas, y este producto entra en la vía glucolítica.

La sacarosa es un disacárido con una molécula de glucosa y una molécula de fructosa unidas entre sí con un enlace glucosídico. La fructosa es uno de los tres monosacáridos de la dieta, junto con la glucosa y la galactosa (que forma parte del azúcar de la leche, el disacárido lactosa), que se absorben directamente en el torrente sanguíneo durante la digestión. El catabolismo de la fructosa y la galactosa produce la misma cantidad de moléculas de ATP que la glucosa.

- : Conexiones de las proteínas con el metabolismo de la glucosa

Las proteínas son hidrolizadas por una variedad de enzimas en las células. La mayoría de las veces, los aminoácidos se reciclan en la síntesis de nuevas proteínas. Sin embargo, si hay un exceso de aminoácidos, o si el cuerpo se encuentra en un estado de inanición, algunos aminoácidos serán desviados hacia las vías del catabolismo de la glucosa. Cada aminoácido debe tener su grupo amino eliminado antes de entrar en estas vías. El grupo amino se convierte en amoníaco. En los mamíferos, el hígado sintetiza urea a partir de dos moléculas de amoníaco y una molécula de dióxido de carbono. Por lo tanto, la urea es el principal producto de desecho de los mamíferos, se produce a partir del nitrógeno que se origina en los aminoácidos y sale del cuerpo en la orina.

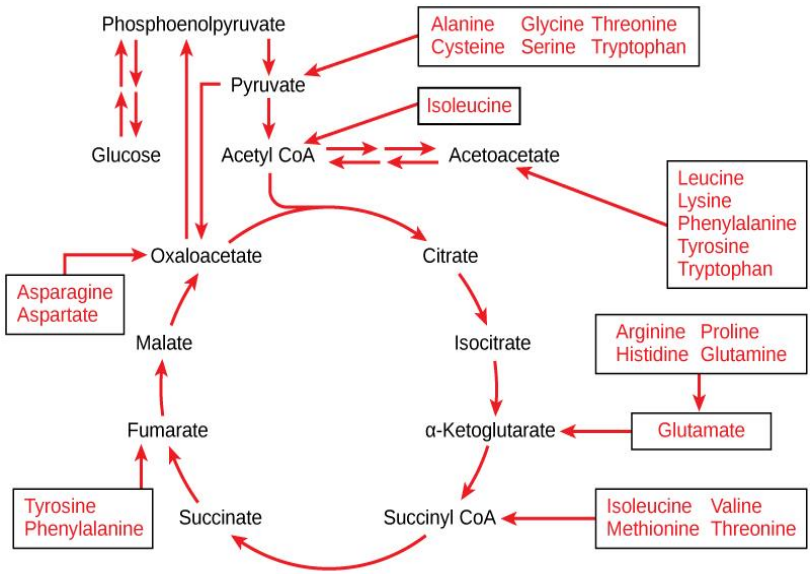


Figura 4.8.15. Metabolismo de la Glucosa

Los esqueletos de carbono de ciertos aminoácidos (indicados en recuadros) derivados de proteínas pueden alimentar el ciclo del ácido cítrico. (crédito: modificación del trabajo de Mikael Häggström).

- : **Conexiones de los metabolismos de lípidos y glucosa**

Los lípidos que están conectados a las vías de la glucosa son el colesterol y los triglicéridos. El colesterol es un lípido que contribuye

a la flexibilidad de la membrana celular y es un precursor de las hormonas esteroides. La síntesis de colesterol comienza con grupos acetilo y procede en una sola dirección. El proceso no se puede revertir.

Los triglicéridos son una forma de almacenamiento de energía a largo plazo en los animales. Los triglicéridos están hechos de glicerol y tres ácidos grasos. Los animales pueden producir la mayoría de los ácidos grasos que necesitan. Los triglicéridos se pueden producir y descomponer a través de partes de las vías del catabolismo de la glucosa. El glicerol se puede fosforilar a glicerol-3-fosfato, que continúa a través de la glucólisis. Los ácidos grasos se catabolizan en un proceso llamado beta-oxidación que tiene lugar en la matriz de las mitocondrias y convierte sus cadenas de ácidos grasos en dos unidades de carbono de grupos acetilo. Los grupos acetilo son recogidos por CoA para formar acetil CoA que continúa en el ciclo del ácido cítrico.

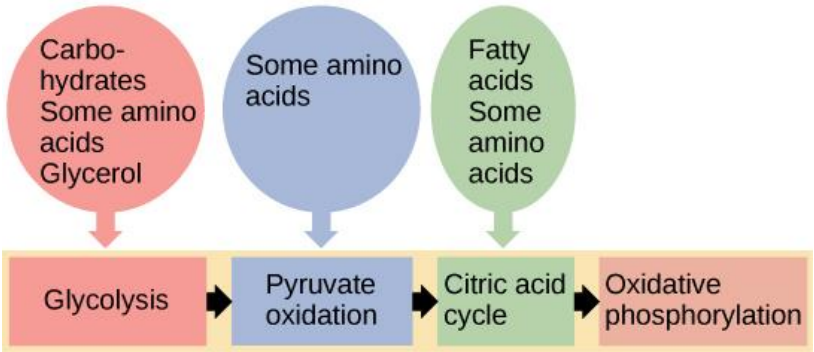


Figura 4.8.16. El glucógeno del hígado y los músculos, hidrolizado en glucosa-1-fosfato, junto con grasas y proteínas, puede alimentar las vías catabólicas de los carbohidratos.

+ : **Conexión de evolución**

- : Vías de la fotosíntesis y el metabolismo celular

Los procesos de fotosíntesis y metabolismo celular consisten en varias vías muy complejas. En general, se piensa que las primeras células surgieron en un ambiente acuoso, una "sopa" de nutrientes, probablemente en la superficie de algunas arcillas porosas. Si estas células se reprodujeran con éxito y su número aumentara de manera

constante, se deduce que las células comenzarían a agotar los nutrientes del medio en el que vivían a medida que cambiaban los nutrientes a los componentes de sus propios cuerpos. Esta situación hipotética habría dado como resultado que la selección natural favoreciera a aquellos organismos que podrían existir utilizando los nutrientes que permanecían en su entorno y manipulando estos nutrientes en materiales sobre los que podrían sobrevivir. La selección favorecería a aquellos organismos que pudieran extraer el máximo valor de los nutrientes a los que tenían acceso.

Se desarrolló una forma temprana de fotosíntesis que aprovechaba la energía del sol usando agua como fuente de átomos de hidrógeno, pero esta vía no producía oxígeno libre (fotosíntesis anoxigénica). (La fotosíntesis temprana no producía oxígeno libre porque no usaba agua como fuente de iones de hidrógeno; en cambio, usaba materiales como el sulfuro de hidrógeno y, en consecuencia, producía azufre).

Se cree que la glucólisis se desarrolló en este momento y podría aprovechar los azúcares simples que se producían, pero estas reacciones no pudieron extraer completamente la energía almacenada en los carbohidratos. El desarrollo de la glucólisis probablemente precedió a la evolución de la fotosíntesis, ya que era muy adecuada para extraer energía de los materiales que se acumulaban espontáneamente en la "sopa primigenia". Una forma posterior de fotosíntesis utilizó agua como fuente de electrones e hidrógeno, y generó oxígeno libre.

Con el tiempo, la atmósfera se oxigenó, pero no antes de que el oxígeno liberara metales oxidados en el océano y creara una capa de "óxido" en el sedimento, lo que permitió fechar el surgimiento de los primeros fotosintetizadores oxigénicos. Los seres vivos se adaptaron para explotar esta nueva atmósfera que permitió la evolución de la respiración aeróbica tal como la conocemos. Cuando se desarrolló el proceso completo de fotosíntesis oxigénica y la atmósfera se oxigenó, las células finalmente pudieron usar el oxígeno expulsado por la fotosíntesis para extraer considerablemente más energía de las moléculas de azúcar usando el ciclo del ácido cítrico y la fosforilación oxidativa. permitiendo la datación del surgimiento de los primeros fotosintetizadores oxigénicos.

*** : Regulación de la Respiración Celular.**

La respiración celular debe estar regulada para proporcionar cantidades equilibradas de energía en forma de ATP. La célula también debe generar una serie de compuestos intermedios que se utilizan en el anabolismo y catabolismo de macromoléculas. Sin controles, las reacciones metabólicas se detendrían rápidamente a medida que las reacciones hacia adelante y hacia atrás alcanzaran un estado de equilibrio. Los recursos se utilizarían de manera inapropiada. Una célula no necesita la cantidad máxima de ATP que puede producir todo el tiempo: a veces, la célula necesita desviar algunos de los intermediarios a vías para la producción de aminoácidos, proteínas, glucógeno, lípidos y ácidos nucleicos. En resumen, la célula necesita controlar su metabolismo.

+ : **Mecanismos de Regulación**

Se utiliza una variedad de mecanismos para controlar la respiración celular. Existe algún tipo de control en cada etapa del metabolismo de la glucosa. El acceso de glucosa a la célula se puede regular utilizando las **proteínas GLUT** que transportan glucosa (Figura 4.8.17.). Diferentes formas de la proteína GLUT controlan el paso de la glucosa a las células de tejidos específicos.

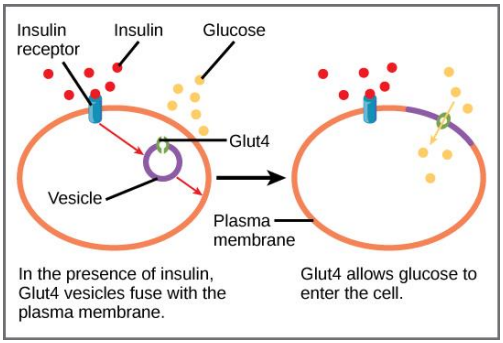


Figura 4.8.17. Mecanismo de regulación para la respiración celular

GLUT4 es un transportador de glucosa que se almacena en vesículas. Una cascada de eventos que ocurre cuando la insulina se une a un receptor en la membrana plasmática hace que las vesículas

que contienen GLUT4 se fusionen con la membrana plasmática para que la glucosa pueda transportarse al interior de la célula.

Algunas reacciones se controlan al tener dos enzimas diferentes, una para cada una de las dos direcciones de una reacción reversible. Las reacciones que son catalizadas por una sola enzima pueden llegar al equilibrio, deteniendo la reacción. Por el contrario, si se necesitan dos enzimas diferentes (cada una específica para una dirección dada) para una reacción reversible, aumenta la oportunidad de controlar la velocidad de la reacción y no se alcanza el equilibrio.

Varias enzimas involucradas en cada una de las vías, en particular, la enzima que cataliza la primera reacción comprometida de la vía, están controladas por la unión de una molécula a un sitio alostérico en la proteína. Las moléculas más utilizadas en esta capacidad son los nucleótidos ATP, ADP, AMP, NAD^+y NADH. Estos reguladores, efectores alostéricos, pueden aumentar o disminuir la actividad enzimática, según las condiciones predominantes. El efector alostérico altera la estructura estérica de la enzima, generalmente afectando la configuración del sitio activo.

Esta alteración de la estructura de la proteína (la enzima) aumenta o disminuye su afinidad por su sustrato, con el efecto de aumentar o disminuir la velocidad de la reacción. Las señales de unión a la enzima. Esta unión puede aumentar o disminuir la actividad de la enzima, proporcionando retroalimentación. Este tipo de control de retroalimentación es efectivo siempre que el químico que lo afecta esté unido a la enzima. Una vez que la concentración general de la sustancia química disminuya, se difundirá lejos de la proteína y el control se relajará.

- : **Control de vías catabólicas**

Las enzimas, proteínas, transportadores de electrones y bombas que desempeñan funciones en la glucólisis, el ciclo del ácido cítrico y la cadena de transporte de electrones tienden a catalizar reacciones irreversibles. En otras palabras, si tiene lugar la reacción inicial, la ruta se compromete a continuar con las reacciones restantes. La liberación de una actividad enzimática particular depende de las necesidades energéticas de la célula (como se refleja en los niveles de ATP, ADP y AMP).

- : **Glucólisis.**

El control de la glucólisis comienza con la primera enzima de la vía, la hexoquinasa (Figura 4.8.18.). Esta enzima cataliza la fosforilación de la glucosa, lo que ayuda a preparar el compuesto para la escisión en un paso posterior. La presencia del fosfato cargado negativamente en la molécula también evita que el azúcar abandone la célula. Cuando se inhibe la hexoquinasa, la glucosa se difunde fuera de la célula y no se convierte en sustrato para las vías respiratorias en ese tejido. El producto de la reacción de la hexocinasa es glucosa-6-fosfato, que se acumula cuando se inhibe una enzima posterior, la fosfofructocinasa.

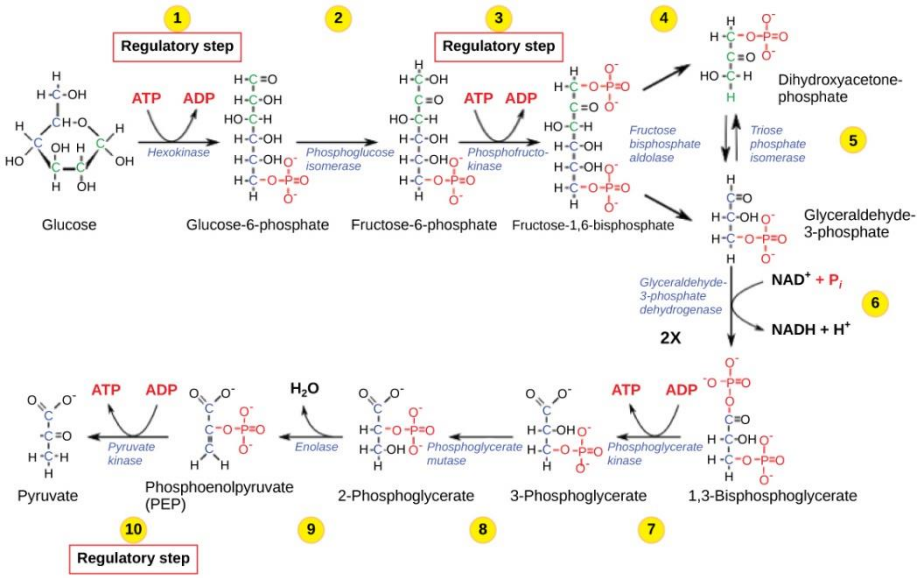


Figura 4.8.18. Glucólisis

La vía de la glucólisis se regula principalmente en los tres pasos enzimáticos clave (1, 2 y 7), como se indica. Tenga en cuenta que los primeros dos pasos que se regulan ocurren temprano en la vía e involucran la hidrólisis de ATP.

La fosfofructoquinasa es la principal enzima controlada en la glucólisis. Los altos niveles de ATP, citrato o un pH más bajo y ácido disminuyen la actividad de la enzima. Puede ocurrir un aumento en la concentración de citrato debido a un bloqueo en el ciclo del ácido

cítrico. La fermentación, con su producción de ácidos orgánicos como el ácido láctico, frecuentemente explica el aumento de la acidez en una célula; sin embargo, los productos de la fermentación normalmente no se acumulan en las células.

El último paso de la glucólisis es catalizado por el piruvato quinasa. El piruvato producido puede catabolizarse o convertirse en el aminoácido alanina. Si no se necesita más energía y hay un suministro adecuado de alanina, la enzima se inhibe. La actividad de la enzima aumenta cuando aumentan los niveles de fructosa-1,6-bisfosfato. (Recuerde que la fructosa-1,6-bisfosfato es un intermediario en la primera mitad de la glucólisis). La regulación de el piruvato cinasa implica la fosforilación por una cinasa (piruvato cinasa cinasa), lo que da como resultado una enzima menos activa. La desfosforilación por una fosfatasa lo reactiva. El piruvato quinasa también está regulada por ATP (un efecto alostérico negativo).

Si se necesita más energía, más piruvato se convertirá en acetil CoA a través de la acción del piruvato deshidrogenasa. Si se acumulan grupos acetilo o NADH, hay menos necesidad de la reacción y la velocidad disminuye. El piruvato deshidrogenasa también está regulada por fosforilación: una cinasa la fosforila para formar una enzima inactiva y una fosfatasa la reactiva. La quinasa y la fosfatasa también están reguladas.

- : **Ciclo del ácido cítrico**

El ciclo del ácido cítrico se controla a través de las enzimas que catalizan las reacciones que producen las dos primeras moléculas de NADH (Figura 4.8.3.). Estas enzimas son el isocitrato deshidrogenasa y la *α* -cetoglutarato deshidrogenasa. Cuando se dispone de niveles adecuados de ATP y NADH, la velocidad de estas reacciones disminuye. Cuando se necesita más ATP, como se refleja en el aumento de los niveles de ADP, la tasa aumenta. *El α* -cetoglutarato deshidrogenasa también se verá afectada por los niveles de succinil CoA, un intermediario posterior en el ciclo, lo que provocará una disminución de la actividad. Una disminución en la tasa de operación de la vía en este punto no es necesariamente negativa, ya que el aumento de los niveles de la *α*El cetoglutarato no utilizado por el

ciclo del ácido cítrico puede ser utilizado por la célula para la síntesis de aminoácidos (glutamato).

- : **Cadena de transporte de electrones**

Las enzimas específicas de la cadena de transporte de electrones no se ven afectadas por la inhibición por retroalimentación, pero la tasa de transporte de electrones a través de la vía se ve afectada por los niveles de ADP y ATP. Un mayor consumo de ATP por parte de una célula está indicado por una acumulación de ADP. A medida que disminuye el uso de ATP, disminuye la concentración de ADP y, ahora, el ATP comienza a acumularse en la célula. Este cambio en la concentración relativa de ADP a ATP hace que la célula disminuya la velocidad de la cadena de transporte de electrones.

CAPÍTULO IX : Los vegetales, transforman energía en alimento

*** : La fotosíntesis**.

Es el único medio que tiene la naturaleza para aportar energía a la biosfera. Este proceso lo utiliza la naturaleza para establecer un circuito cerrado en todo lo que existe, lo que implica que todos los procesos quedan directamente vinculados, en ese modelo de Unidades Múltiples, donde nada es individual y nada es exclusivo.

La fotosíntesis es el fenómeno que suministra energía a los seres vivos, dando forma a una especie de pirámide trófica que clasifica y establece un modelo de aprovechamiento y renovación constante de todos sus integrantes, además de establecer un circuito cerrado entre el oxígeno y el carbono, vitales para todos los seres vivos.

La fotosíntesis es un proceso endergónico porque se necesita la participación de la energía radiante del sol para iniciar la cadena de reacciones que llevan a la formación de los compuestos orgánicos que almacena el organismo. La respiración de los seres vivos muestra la integración diseñada por la naturaleza, por medio del metabolismo, los animales aspiran oxígeno y expelen gas carbónico (CO_2), las plantas utilizan ese mismo gas carbónico para alimentarse y generar oxígeno.

La fotosíntesis se realiza en las hojas de la planta, los rayos solares impactan en cualquier lugar de la hoja, afectando los electrones de sus átomos, que al recibir esa carga de energía positiva en cualquier rango de intensidad o de longitud de onda, para estabilizarse, reemiten sus fotones ya con su intensidad de onda, en un rango entre 490 y 700 nm (verde-rojo), esta reacción se da en la epidermis

(celulosa) que la transmite a las membranas del parénquima de empalizada y estos a las membranas de los cloroplastos que la llevan hasta el estroma, donde están las moléculas de clorofila para realizar la fotosíntesis.

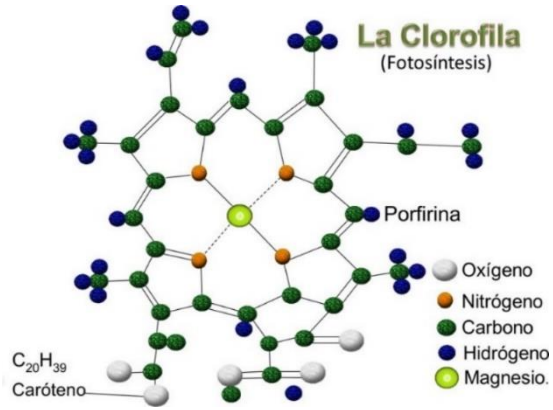


Figura 4.9.1. La Clorofila

Los elementos que intervienen y que son necesarios para procesar esa energía parten del agua que está en el suelo, la raíz de la planta la absorbe y la lleva hasta sus hojas a través del tallo, para este proceso, es indispensable otro proceso (fenómeno físico) que llamamos de capilaridad, la fotosíntesis se realiza en las hojas y en los tallos verdes.

+ : **La Fase de la Fotosíntesis dependiente de la luz** (Fase clara)

Los átomos de las células reciben directamente los rayos solares, que como vimos, son partículas que vienen repartidas con diferentes formas de energía, son tres protagonistas, fotones, neutrinos y partículas con fuerza magnética que, dependiendo de la cantidad de energía acumulada, describen ondas con diferentes características como fue descrito en el espectro solar.

Hay que tener en cuenta que, en la perfección del diseño natural, esa variedad de ondas no afecta el proceso de la fotosíntesis, ya que como vimos, los electrones de los átomos impactados por las ondas de los rayos solares, liberan fotones o neutrinos para estabilizarse y esos fotones emiten su propia frecuencia, no replican las ondas

recibidas, en las plantas están en la escala del espectro del verde a rojo (500 a 700 nm).

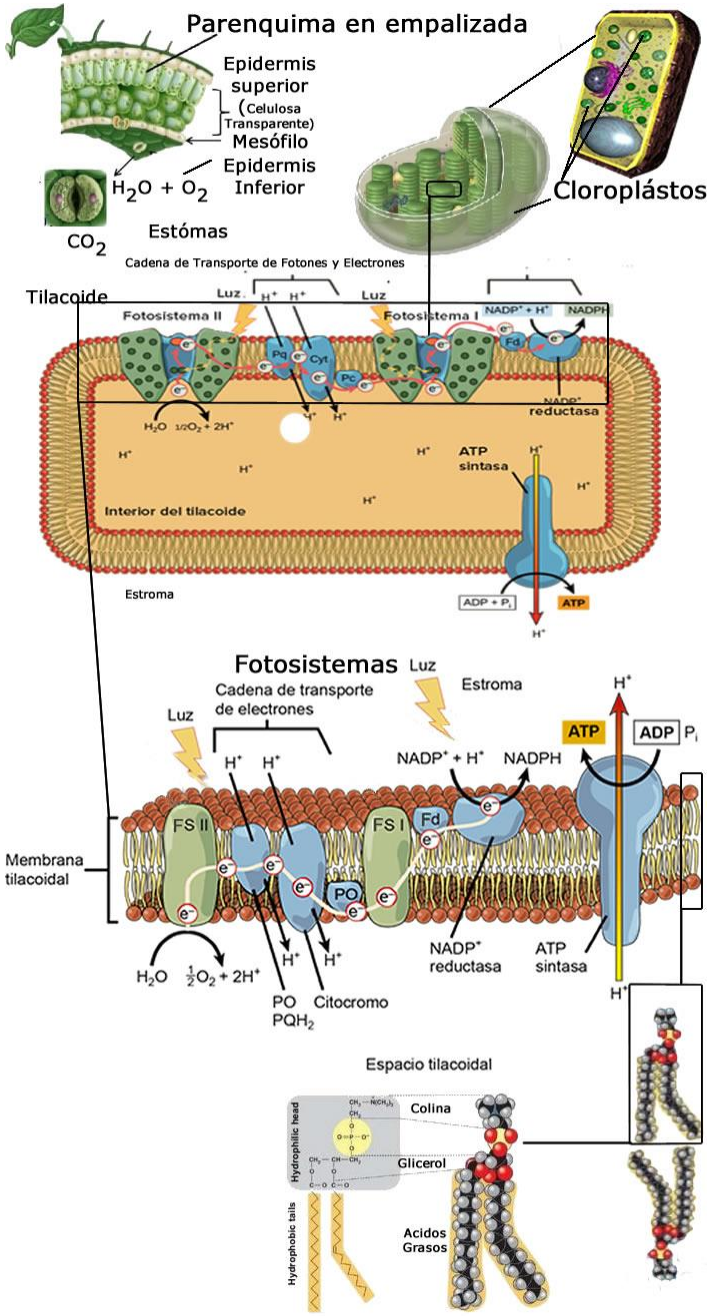


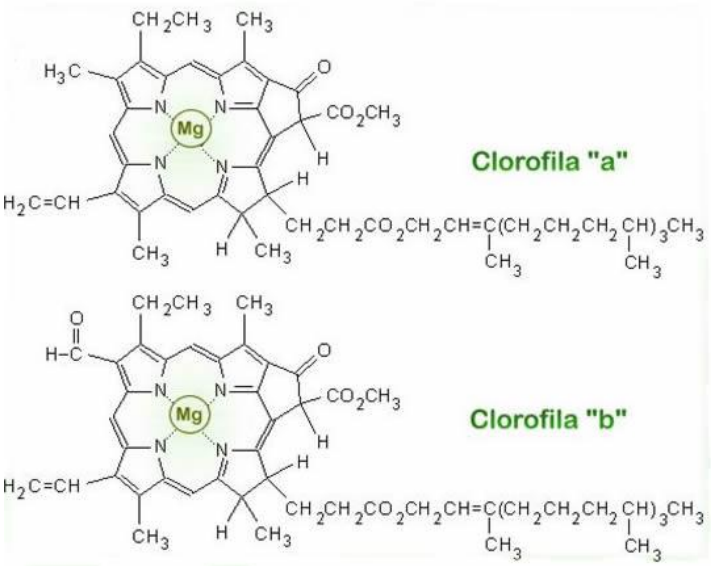
Figura 4.9.2. Descripción del proceso de fotosíntesis

Como son muchos los rayos solares que llegan simultáneamente, las hojas de los vegetales los reciben y el átomo impactado, emite su fotón que generalmente afecta a su vecino, armando la cadena de transporte de esa energía a través de la epidermis de la hoja, hasta alcanzar el parénquima, donde se encuentran los cloroplastos, que a través de su membrana traslada esa energía a los tilacoides y a través de la membrana de los tilacoides, esa energía llega a los concentradores, donde está la clorofila y los fotosistemas.

Los fotosistemas, son grandes complejos de proteínas y pigmentos (moléculas que absorben la luz) que son óptimos para recolectar luz, son clave en las reacciones luminosas. Hay dos tipos de fotosistemas: fotosistema I (PSI) y fotosistema II (PSII).

Ambos fotosistemas contienen muchos pigmentos que ayudan a recolectar y concentrar la energía de los fotones provenientes de distintas partes de la hoja, así como un par especial de moléculas de clorofila en el corazón (centro de reacción) del fotosistema. El par especial del fotosistema I se llama P700, mientras que el del fotosistema II se llama P680.

- : **Las clases de Clorofila**



Los

Figura 4.9.3. Clases de Clorofila.

Los pigmentos fotosintéticos, como la clorofila A, la clorofila B y los carotenoides, son moléculas que absorben la luz y se encuentran en las membranas de los tilacoides en los cloroplastos. Como ya se mencionó, los pigmentos están organizados junto con proteínas en complejos llamados fotosistemas.

- : **¿Qué es un fotosistema (FS)?**

Cada fotosistema tiene complejos que transmiten el efecto de los fotones (la luz), son entre 300-400 clorofilas y otros pigmentos. Cuando un pigmento absorbe un fotón, pasa a un estado de excitación; es decir, uno de sus electrones se eleva a un orbital de mayor energía y emite otro fotón que afecta a su vecino, y así se arman las cadenas transportadoras de energía.

La mayoría de los pigmentos de un fotosistema actúa como un embudo concentrador que pasa siempre esa energía hacia el interior a un centro de reacción principal. En estas transferencias, la molécula receptora no puede necesitar más energía para la excitación que el donante, pero sí menos (es decir, puede absorber luz de una longitud de onda más larga).

En conjunto, las moléculas de pigmento de la Clorofila, (Carotenos) recolectan energía (la pasan de electrón en electrón de los hidrógenos) y la transfieren hacia la parte central del fotosistema llamada centro de reacción.

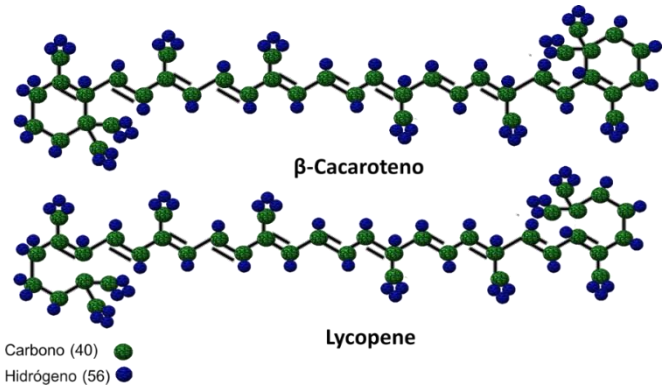
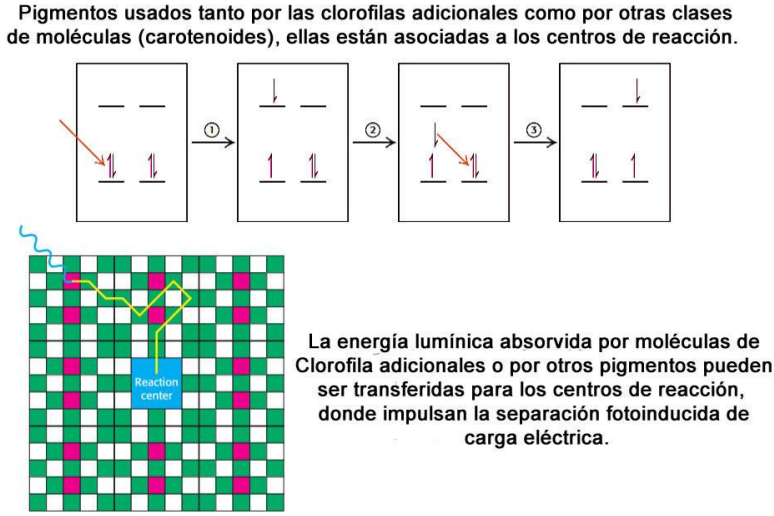


Figura 4.9.4. Carotenos



+ : Fotólisis de agua

Figura 4.9.5. Separación fotoinducida de carga eléctrica

La fotólisis de agua consiste en romper la molécula de agua por energía solar. Los electrones liberados en el proceso se utilizan para reemplazar los electrones perdidos por la clorofila en el fotosistema II y para producir oxígeno que respiramos. La ecuación general de fotólisis o reacción de la colina se describe de la siguiente manera:

$$2\ H_2O \xrightarrow{Luz} O_2 + 4^+ + 4e^-$$

Por lo tanto, la molécula de agua es el donante, la carga de energía transportada afecta y libera el electrón del hidrógeno rompiendo su equilibrio (-), ionizando el protón que al faltarle el electrón queda como un protón suelto (+). El agua es el donante final de protones y electrones. El ATP y NADPH formados se utilizarán para la síntesis de carbohidratos de CO_2. Sin embargo, esto sucederá en el siguiente paso, la fase oscura.

+ : Producción y Recuperación del ATP

Las mitocondrias, (especie de resistencias que son muy sensibles y también se activan en contacto con la energía lumínica del sol), localizados frente a los cloroplastos, realizan la conversión de ADP en compuestos de ATP, (Adeno-sin-tri-fosfatos), que son los generadores de la energía química al reaccionar con la clorofila en el

proceso de transferencia de energía provocado por los rayos del sol, liberando el oxígeno y mezclando el hidrógeno con el anhidrido carbónico CO_2, formando los hidratos de carbono, $C_n (H_2O)$ n.

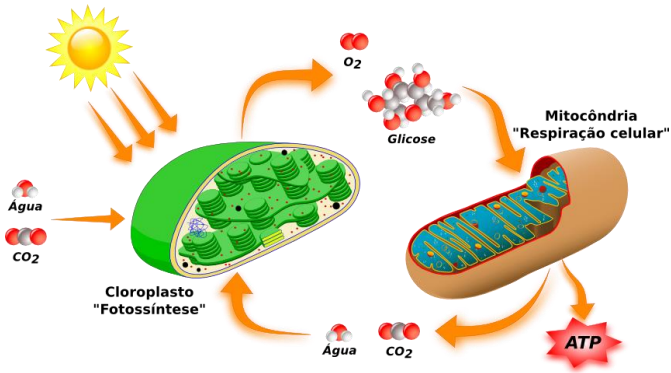


Figura 4.9.6. Proceso de transferencia de energía

Los fotosistemas son estructuras dentro de la membrana de los tilacoides que absorben la luz y la convierten en energía química. Cada fotosistema está formado por varios complejos que absorben la luz y que rodean un centro de reacción. Los átomos de hidrógeno componentes de los pigmentos (Carotenos) dentro de estos complejos, absorben los fotones y pasan esa energía de unos a través de la membrana del Tilacoide hasta alcanzar a un par especial de moléculas de clorofila “a” en el centro de reacción.

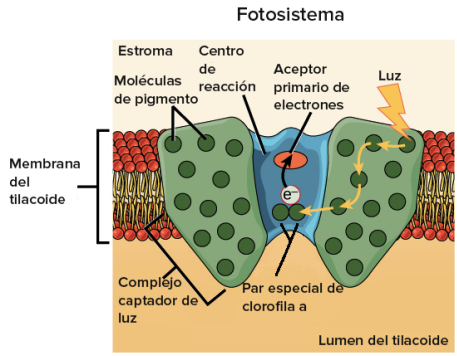


Figura 4.9.7. Centro de Reacción

La energía absorbida hace que un electrón de un hidrógeno de la clorofila “a” se cargue lo suficiente y pase a un aceptador primario de electrones.

El centro de reacción de un fotosistema contiene un único par de moléculas de clorofila a, que suele denominarse par especial (nombre científico real; ¡así de especial es!). Una vez que la energía alcanza el par especial, ya no pasará a otros pigmentos mediante la transferencia de energía por resonancia, sino que el par especial, al recibir varios fotones simultáneos, se excita al punto de perder un electrón que pasa a otra molécula del complejo llamada aceptor primario de electrones. Con esta transferencia, el electrón comenzará su recorrido por una cadena de transporte de electrones.

Este aceptor primario de electrones, es la **feofitina**, una base de porfirina sin núcleo metálico con una estructura muy similar al de la clorofila y está diseñado para darle continuidad al proceso, transportando el electrón cedido por el Par especial, en una secuencia que avanza ionizando la larga cadena de los hidrógenos.

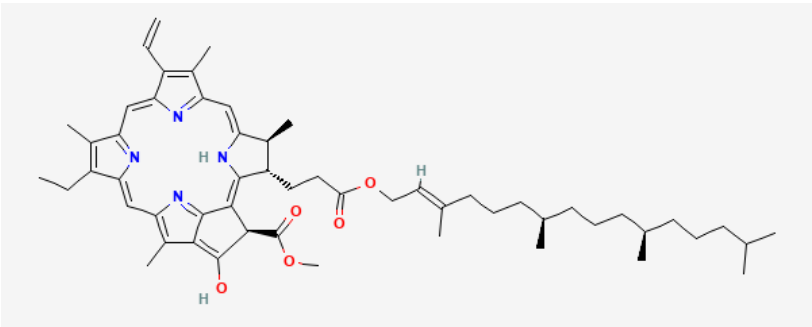


Figura 4.9.8. Molécula de Feoftina, $C_{56}H_{76}N_4O_5$

Fotosistema I comparado con el fotosistema II

Hay dos tipos de fotosistemas en las reacciones dependientes de la luz: fotosistema II (FSII) y fotosistema I (FSI). El FSII aparece primero en la vía del flujo de electrones, pero se llama segundo, porque se descubrió después que el FSI (gracias al orden histórico de descubrimiento).

Estas son algunas de las diferencias clave entre los fotosistemas:

Pares especiales. Los pares especiales de clorofila a de los dos fotosistemas absorben diferentes longitudes de onda de luz. El par

especial de FSII absorbe mejor en 680 nm, mientras que el par especial de FSI absorbe mejor en 700 nm. Debido a esto, los pares especiales se llaman P680 y P700, respectivamente.

Aceptor primario. El par especial de cada fotosistema pasa electrones a un aceptor primario diferente. El aceptor primario de electrones del FSII es la feofitina, una molécula orgánica que se asemeja a la clorofila, mientras que el aceptor primario de electrones del FSI es una clorofila llamada A0

Fuente de electrones. Una vez perdido un electrón, cada fotosistema se abastece con electrones de una fuente diferente. El centro de reacción del FSII obtiene electrones del agua, mientras que el centro de reacción del FSI se abastece con los electrones que fluyen hacia abajo de una cadena de transporte de electrones del FSII.

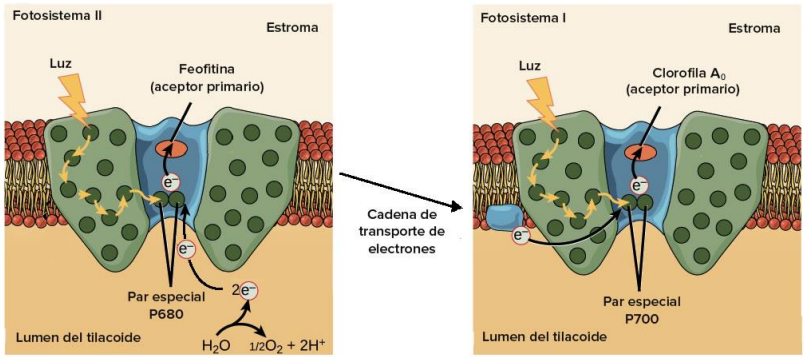


Figura 4.9.9. Abastecimiento de electrones en las FS I y II

Durante las reacciones dependientes de la luz, un electrón que se excita en el FSII pasa por una cadena de transporte de electrones al FSI (con la consecuente pérdida de energía en el camino). En el FSI, el electrón se vuelve a excitar y pasa al segundo tramo de la cadena de transporte de electrones hacia un aceptor de electrones final. Analicemos la trayectoria de los electrones con más detalle, y comencemos donde los excita la energía lumínica en FSII.

- : **Veamos en forma más detallada el Fotosistema II**

Cuando el par especial P680 del fotosistema II absorbe la energía de varios fotones, pasa a un estado de excitación (alta energía). El P680

excitado es un buen donante de electrones y puede pasar su electrón excitado a su aceptor de electrones primario, feofitina. El electrón pasará a través del primer tramo de la cadena de transporte de electrones de la fotosíntesis en una serie de reacciones redox o de transferencia de fotones con los electrones de la larga cadena de Hidrógenos de la feofitina.

Después de que el par especial dona su electrón excitado, tiene una carga positiva y necesita otro electrón. Este electrón se obtiene mediante la división de las moléculas de agua, un proceso que realiza una parte del FSII llamado centro del manganeso que es activado, mejor Ionizado por el electrón liberado por él.

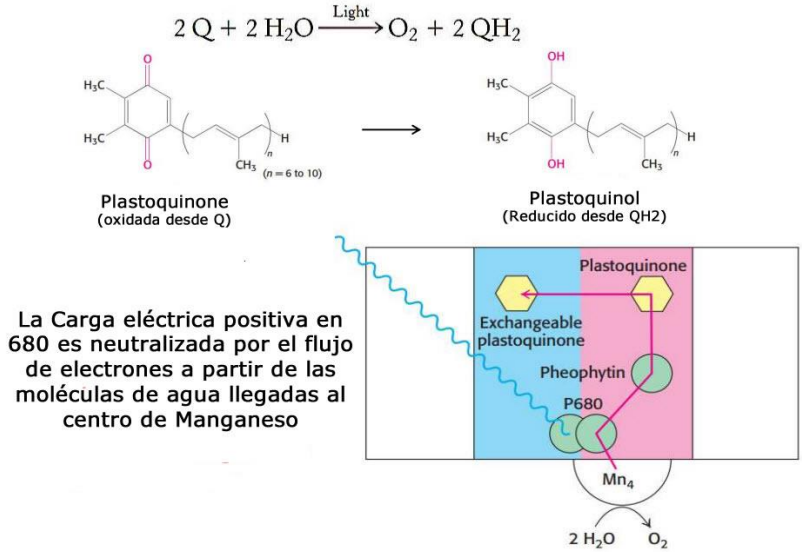


Figura 4.9.10. Función del centro de Manganeso

El centro del manganeso para dividir las moléculas del agua, emite una gran cantidad de energía que cargan los electrones del hidrógeno de varias moléculas de agua, los oxígenos sin los electrones de hidrógeno para estabilizarse, se ozonizan (O_3), el centro de manganeso atrae, extrae los cuatro electrones de los hidrógenos, libera cuatro iones H+ (protones sueltos) que van lumen y los oxígenos como O_2, que, por los estomas, van al aire.

Cerca de 10% del oxígeno lo utilizan las mitocondrias en la hoja para ayudar en la fosforilación oxidativa. El resto escapa a la atmósfera donde lo utilizan los organismos aerobios (¡como nosotros!) para facilitar la respiración.

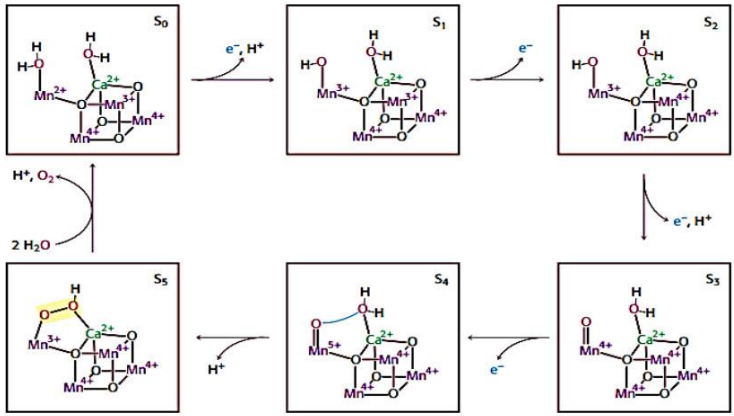


Figura 4.9.11. Respiración

- : **Cadenas de transporte de electrones y fotosistema I**

Cuando un electrón abandona el FSII, primero se transfiere a una pequeña molécula orgánica (plastoquinona, Pq), luego a un complejo de citocromos (Cyt) y, finalmente, a una proteína que contiene cobre llamada plastocianina (Pc).

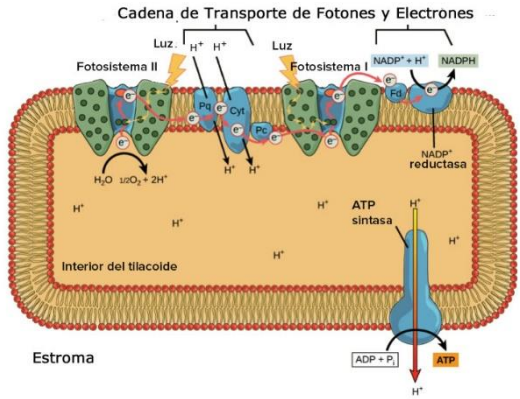


Figura 4.9.12 Cadena de transporte de Fotones y Electrones

El electrón se mueve por esta cadena de transporte, ionizando los hidrógenos a medida que avanza, pasa de un mayor nivel de energía a uno menor al libera energía en ese proceso. Parte de la energía se transfiere a los electrones de los hidrógenos que se liberan abandonando sus protones, por eso, este proceso prácticamente sirve para bombear protones H+ desde el estroma (fuera de los tilacoides) hacia el interior de los tilacoides. Esta transferencia de H+, junto con la liberación de H+ de la división de agua, forma un gradiente de protones que se utilizará para hacer ATP.

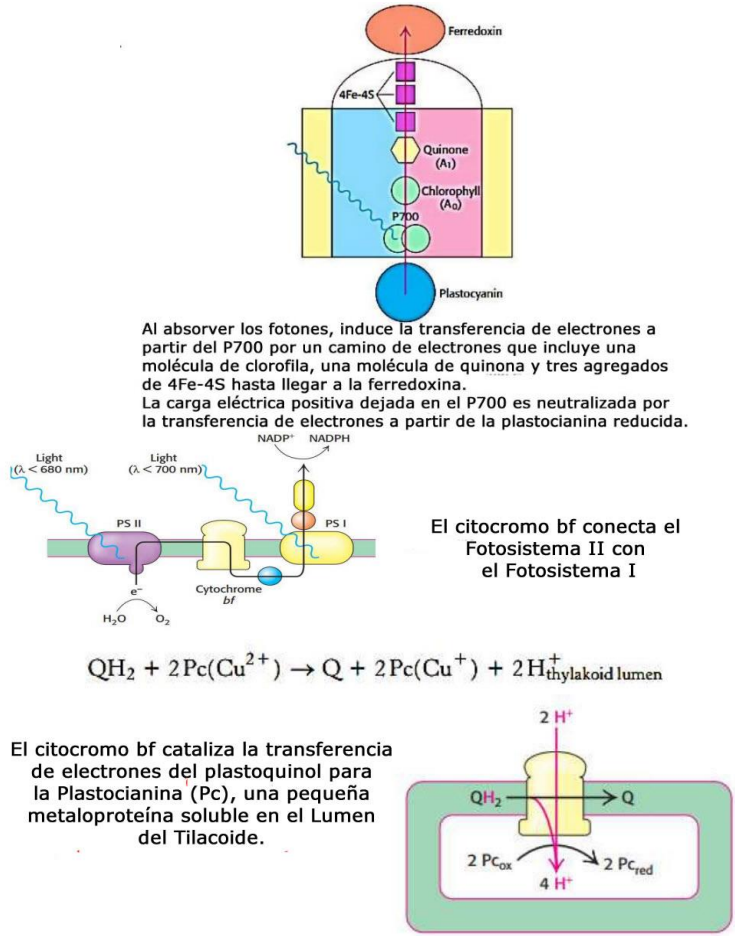


Figura 4.9.13. Comunicación entre los fotosistemas I y II

Una vez que un electrón ha pasado por el primer tramo de la cadena de transporte de electrones, llega al PSI, donde se une con el par especial de clorofila a llamado P700. Dado que los electrones han perdido energía antes de llegar al FSI, deben recibir más energía mediante la absorción de otro fotón.

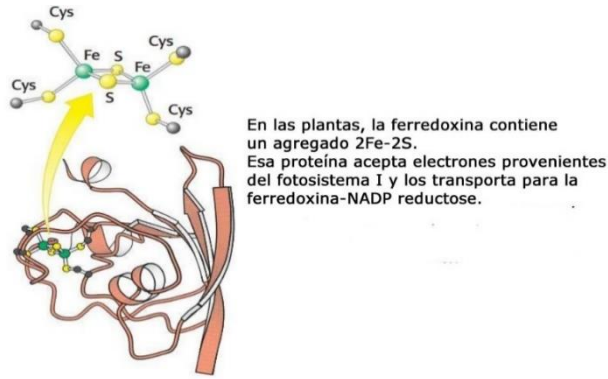


Figura 4.9.14. Transporte con ferredoxina

El P700 excitado es un donante de electrones muy bueno y envía su electrón a una cadena de transporte de electrones corta. En esta serie de reacciones, el electrón primero pasa a una proteína llamada ferredoxina (Fd) y después se transfiere a una enzima llamada $NADP^+$ reductasa, la cual transfiere electrones al transportador de electrones $NADP^+$ para crear NADPH.

NADPH viaja al ciclo de Calvin, donde sus electrones se utilizan para crear azúcares a partir de dióxido de carbono.

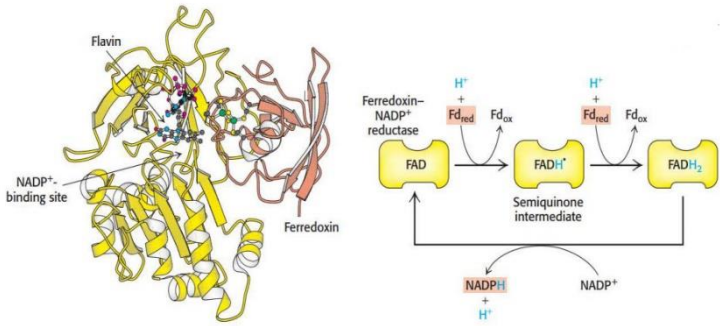
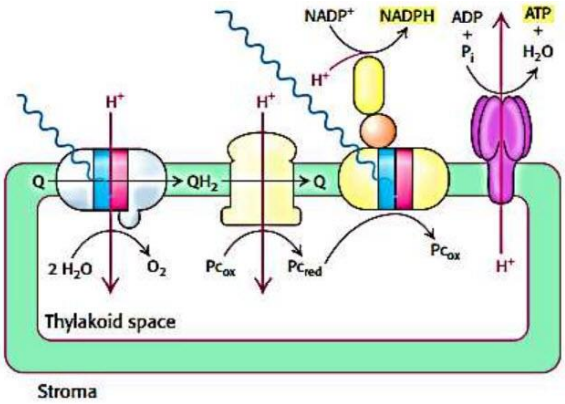


Figura 4.9.15. Fase previa al Ciclo de Calvin

El otro ingrediente necesario para el ciclo de Calvin es ATP, el cual también proporcionan las reacciones de la luz. Como vimos anteriormente, los iones H^+ se acumulan en el interior de los tilacoides y crean un gradiente de concentración. Los protones "quieren" difundirse a favor del gradiente hacia el estroma, y su única vía de paso es la enzima ATP sintasa. Esta aprovecha el flujo de protones para formar ATP a partir de ADP y fosfato i



$$2\,H_2O + 2\,NADP^+ + 10\,H^+_{stroma} \longrightarrow O_2 + 2\,NADPH + 12\,H^+_{lumen}$$
$$3\,ADP^{3-} + 3\,P_i^{2-} + 3\,H^+ + 12\,H^+_{lumen} \longrightarrow 3\,ATP^{4-} + 3\,H_2O + 12\,H^+_{stroma}$$
$$2\,NADP^+ + 3\,ADP^{3-} + 3\,P_i^{2-} + H^+ \longrightarrow O_2 + 2\,NADPH + 3\,ATP^{4-} + H_2O$$

Figura 4.9.16. Quimiosmosis

El proceso de formación de ATP con energía almacenada en un gradiente químico se llama quimiosmosis.

*** : Algunos electrones fluyen de manera cíclica**

La vía anterior a veces recibe el nombre de fotofosforilación lineal, porque los electrones viajan en una línea desde el agua a través del FSII y del FSI al NADPH (fotofosforilación = síntesis de ATP impulsado por la luz).

En algunos casos, los electrones rompen este patrón y se regresan a la primera parte de la cadena de transporte de electrones, lo que hace que repitan el ciclo a través del FSI en vez de terminar en el NADPH. Este proceso se conoce como fotofosforilación cíclica.

Después de salir del fotosistema I, los electrones que fluyen de manera cíclica regresan al complejo del citocromo (Cyt) o plastoquinona (Pq) en la primera parte de la cadena de transporte de electrones.

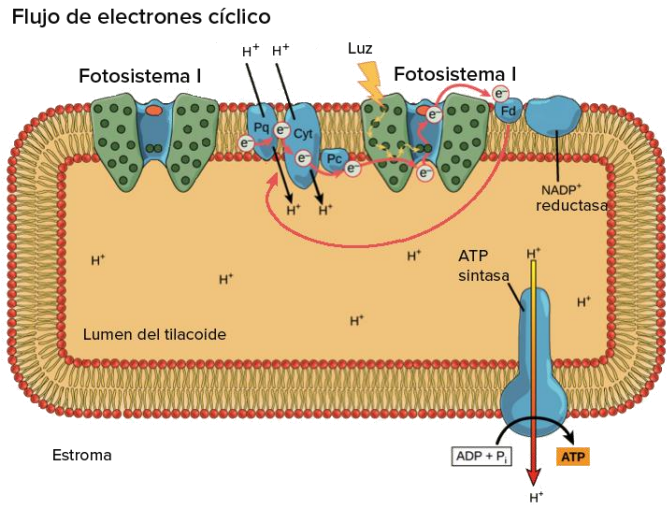


Figura 4.9.17. Flujo cíclico de electrones

Los electrones luego fluyen hacia el FSI como siempre, y provocan el bombeo de protones y la producción de ATP. La vía cíclica no crea NADPH, dado que los electrones se desvían de la NADP+ reductasa.

*** : Fotofosforilación**

La fotofosforilación es básicamente la adición de una P (fósforo) a ADP (difosfato de adenosina), lo que resulta en la formación de ATP.

Para cuando un fotón de luz es capturado por las antenas de fotosistemas, su energía se transfiere a los centros de reacción, donde se encuentra la clorofila. Cuando el fotón alcanza la clorofila, se energiza y libera electrones que han sufrido diferentes aceptores y formados, junto con H2O, ATP y NADPH.

La fotofosforilación puede ser de dos tipos:

- Fotofosforilación acíclica: los electrones que fueron liberados por la clorofila no regresan a ella sino a los del otro fotosistema. Produce ATP y NADPH.

- Fotofosforilación cíclica: los electrones vuelven a la misma clorofila que los liberó. Forma solo ATP.

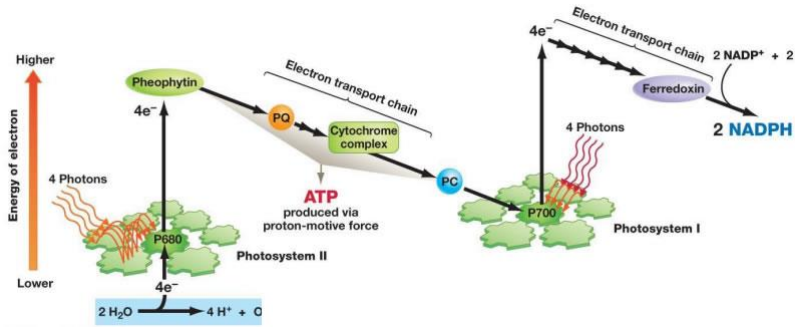


Figura 4.9.18. Fosforilación

- : Reacciones independientes de la luz (Fase Oscura)

Las reacciones que fijan carbono son también conocidas como reacciones "Fase oscura" o reacciones "independientes de la luz". El anhídrido carbónico penetra en los unicelulares y autótrofos acuáticos sin necesidad de estructuras especiales. Las plantas terrestres deben protegerse de la desecación y han desarrollado aberturas especiales denominadas estomas que regulan la entrada y salida del gas por las hojas.

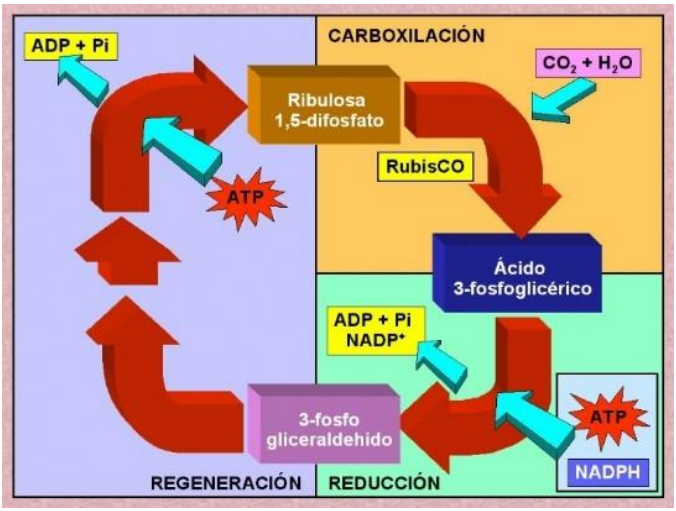


Figura 4.9.19. Fase oscura

El anhídrido carbónico de la atmósfera (o del agua en los organismos acuáticos) es capturado y modificado por la adición de hidrógeno para formar carbohidratos. (recuerde que la fórmula general de los carbohidratos es $[CH_2O]n$). La transformación del anhídrido carbónico en un compuesto orgánico se conoce como fijación del Carbono. La energía para ello proviene de la primera fase de la fotosíntesis. Los sistemas vivientes no pueden utilizar directamente la energía de la luz, pero pueden a través de una complicada serie de reacciones, convertirla en enlaces C-C y, esta energía puede ser luego liberada por glicólisis y otros procesos metabólicos.

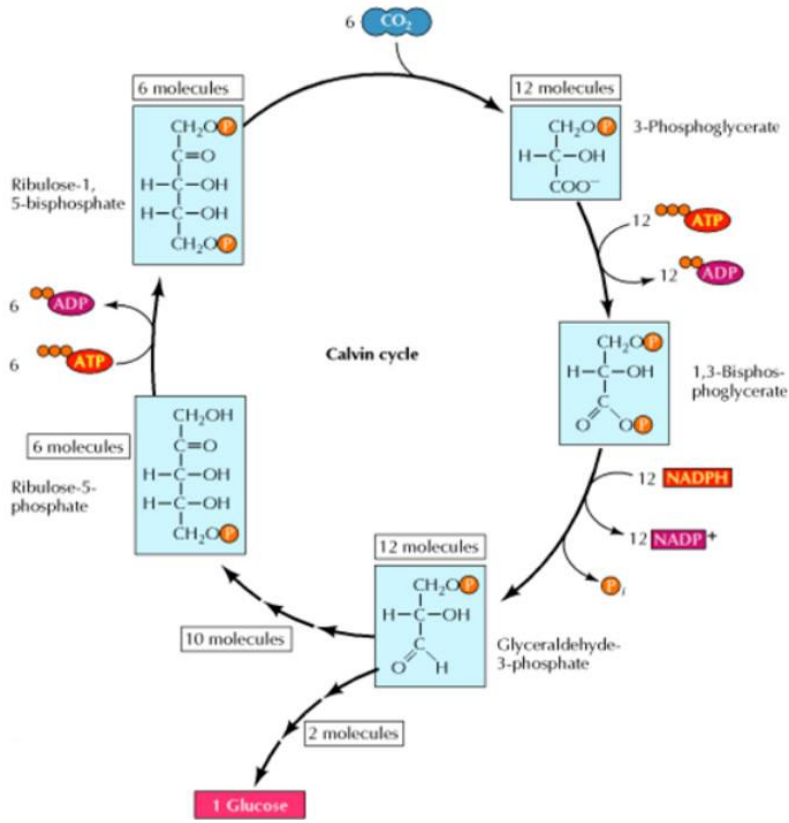


Figura 4.9.20. Ciclo de Calvin.

A fines de la segunda guerra mundial, en los laboratorios de Berkeley (California), Melvin Calvin y sus colaboradores, usando Carbono-14 (del cual disponía en abundancia) y las, entonces nuevas, técnicas de intercambio iónico, cromatografía en papel y radioautografía

"mapearon" completamente el ciclo del Carbono en la fotosíntesis, por estos trabajos resultó laureado con el premio Nobel en 1961, y el ciclo del carbono se conoce comúnmente como ciclo de Calvin, o de Calvin-Benson.

El Ciclo de Calvin (o de los tres carbonos) se desarrolla en estroma de los cloroplastos. El anhídrido carbónico es fijado en la molécula ribulosa 1,5 bifosfato (RuBP). La RuBP tiene 5 carbonos en su molécula. Seis moléculas de anhídrido carbónico entran en el Ciclo de Calvin y, eventualmente, producen una molécula de glucosa.

El primer producto estable del ciclo es el ácido 3- fosfoglicérico (PGA), molécula de tres carbonos. Globalmente 6 moléculas de RuBP (ribulosa bifosfato) se combinan con 6 de anhídrido carbónico y dan 12 de 3-fosfoglicérico. La enzima que cataliza esta reacción es la RuBP carboxilasa (la rubisco), posiblemente la proteína más abundante del mundo y se encuentra en la superficie de las membranas tilacoideas.

Modificado de: http://www.whfreeman.com/life/update/.

La energía del ATP y el NADPH generados por los fotosistemas se usan para "pegar" fosfatos (fosforilar) al 3-PGA y reducirlo a fosfogliceraldehido o PGAL, también de tres carbonos.

Como la hoja de las plantas, de color verde, tiene dos superficies, la superior llamada de haz y por donde recibe los rayos solares y expele el oxígeno y el envés que es la parte inferior donde están los “Estómas”, por donde aspira el gas carbónico o CO^2.

La Parénquima de empalizada (son cavidades muy parecidas a los radiadores de un carro), que contiene los cloroplastos de las células vegetales, son los encargados de realizar en dos procesos catalizadores, la transformación de la energía. $NADPH_2O$.

NAD (Nicotinamide Adenine Dinucleotide) expresión técnica como se denomina el líquido que contiene los cloroplastos y que, junto con el agua de la sabia, determina el nivel de fusión química asimilando el fósforo, P, aunque también puede asimilar potasio (K), calcio (Ca), azufre (S) y magnesio, (Mg), liberando el oxígeno.

La fase oscura, el ciclo de pentosa o el ciclo de Calvin pueden ocurrir en ausencia y presencia de luz y ocurre en el estroma del cloroplasto.

Durante esta fase, la glucosa se formará a partir de CO_2. Por lo tanto, mientras que la fase luminosa proporciona energía, en la fase oscura se fija el carbono.

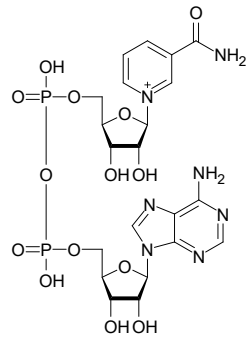


Figura 4.9.21. NAD

1. Fijación de carbono

Con cada giro del ciclo, se agrega una molécula de CO_2. Sin embargo, se requieren seis giros completos para producir dos moléculas de gliceraldehído de 3 fosfatos y una molécula de glucosa.

Seis moléculas de ribulose de cinco carbonos (RUDP) se unen con seis moléculas de CO_2, produciendo 12 moléculas de ácido fosfoglícico (PGA), con tres carbonos.

En este punto hay un factor que tenemos que analizar profundamente y es el de la procedencia de la energía necesaria que ocasiona la realización del proceso, tenemos una molécula eléctricamente estable, como es el CO_2, que es asimilada por la Ribulosa bifosfáto, que también es eléctricamente estable, eso quiere decir que normalmente, estos conjuntos de átomos no reaccionarían sin tener un agente externo que los active.

Es allí donde entra la suposición (nuestra) de que los neutrinos hacen su trabajo y el carbono por su condición de ser diamagnético, se convierte en un receptor de neutrinos, elevando la carga negativa de sus electrones. Por lo tanto, el recién llegado CO_2 trae una carga negativa que es asimilada por uno de los hidrógenos de la Ribulosa, lo que desencadena la división de la molécula, el hidrógeno suelta el carbono para unirse al oxígeno recién llegado, armando el conjunto

C-O-O-H que atrae dos iones de hidrógeno presentes para estabilizarse.

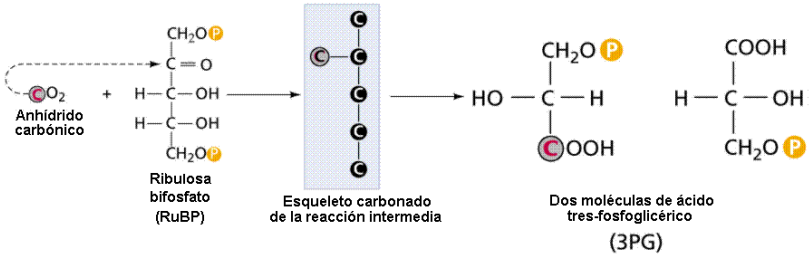


Figura 4.9.22. Fijación del carbono

2. Producción de compuestos orgánicos

Las 12 moléculas de ácido fosfoglicérico (PGAL) se reducen a 12 moléculas de aldehído fosfoglicérico.

3. Regeneración de ribulosis difosfato

De las 12 moléculas de aldehído fosfoglícico, 10 se combinan entre sí y forman 6 moléculas RUDP.

Las dos moléculas sobrantes de aldehído fosfoglicérico sirven para comenzar la síntesis de almidón y otros componentes celulares.

La glucosa producida al final de la fotosíntesis se rompe y la energía liberada permite la realización del metabolismo celular. El proceso de ruptura de glucosa es la respiración celular.

+ : **Importancia de la fotosíntesis**

La fotosíntesis es el proceso básico de transformación de energía en la biosfera. Apoya la base de la cadena alimentaria, donde la alimentación de sustancias orgánicas proporcionadas por las plantas verdes producirá alimentos para los seres heterotrofos.

Por lo tanto, la fotosíntesis tiene su importancia basada en tres factores principales:

Promueve la captura de CO_2 atmosférico;

Realiza la renovación del O_2 atmosférico;

Realiza el flujo de materia y energía en los ecosistemas.

- : **Fotosíntesis y quimiosíntesis.**

Contrariamente a la fotosíntesis que necesita luz, la quimiosíntesis ocurre en ausencia de luz. Consiste en la producción de materia orgánica a partir de sustancias minerales.

Es un proceso llevado a cabo básicamente en dos pasos solo por bacterias autotróficas para obtener energía. En la primera etapa, las sustancias inorgánicas se oxidan y en la segunda etapa se reduce el dióxido de carbono, lo que lleva a la producción de compuestos orgánicos.

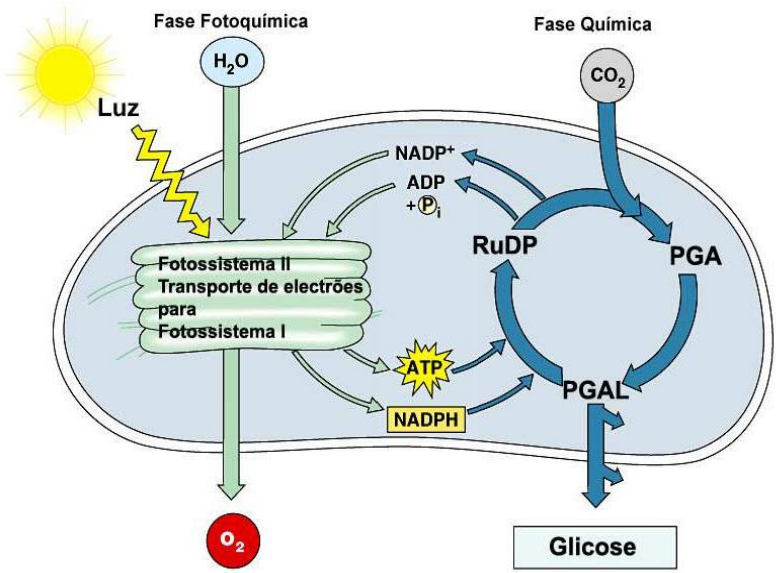


Figura 4.9.23. Fotosíntesis y quimiosíntesis

Paso 1: Compuesto inorgánico + O_2 → Compuestos inorgánicos oxidados + energía química

Paso 2: CO_2 + H_2O + Energía química → Compuestos orgánicos + O_2

La función de los cloroplastos y las mitocondrias es la de mantener intermitente la entrada de agua y de CO_2 para darle continuidad al proceso de producción del oxígeno libre y de los carbohidratos excedentes. Pero la sombra que producen los árboles es la defensa de los microorganismos del suelo y la protección para el agua del suelo evitando que se evapore ante la acción de los rayos solares.

*** : Control vital en los vegetales.**

Pese al gran número de notas publicadas donde se dice que las plantas sienten dolor, esta aseveración es incorrecta, pues para hacerlo deberían tener un sistema nervioso central y cerebro. Lo que sí podemos afirmar es que son capaces de percibir lesiones —como cuando han sido mordidas o pisadas—, de saber si un insecto camina sobre sus hojas o de determinar si éste es amigable o un depredador en potencia, entre otras cosas.

"Esto se sabe desde hace años, pero lo que se acaba de descubrir y resulta sorprendente es que en estos procesos está involucrado el glutamato, un aminoácido que en los animales funciona como neurotransmisor y que les permite, por ejemplo, reaccionar y protegerse cuando se lastiman, mientras que en las plantas tiene que ver con el envío de alertas rápidas ante posibles amenazas", explica el doctor Ulises Rosas, del Instituto de Biología de la UNAM.

Tal hallazgo se publicó en la revista Science el 14 de septiembre y fue ampliamente retomado por los medios, los cuales difundieron la noticia con cabezales del estilo "Las plantas también sienten dolor, dicen los científicos", sin explicar que esto es tan sólo una metáfora y algo jamás sugerido en el artículo original, titulado Glutamate triggers long-distance, calcium-based plant defense signaling.

+ : **El Meristemo, una especie de cerebro**

En opinión del doctor Rosas, al comunicar la ciencia se vale usar metáforas, aunque siempre hay que advertir sobre sus alcances y la intención con que se usarán. "Hay una parte en la raíz de las plantas llamada meristemo que rige el desarrollo y da origen a los tejidos del órgano. Me gusta decir a mis alumnos que esta partecita —que funge como director de orquesta— es el cerebro de la raíz, pero ello no significa que haya vegetales con masa encefálica".

Sin embargo, no saber que los símiles sirven de apoyo didáctico y pretender que son algo literal lleva a una comprensión deficiente de artículos como el de Science y a que aparezcan interpretaciones tan temerarias como la de la revista española Jara y sedal, la cual publicó: "Esto desmonta uno de los argumentos de quienes critican a los que consumen carne. Las creencias en las que se apoyan los vegetarianos estrictos y veganos, que suelen estar detrás de las

principales organizaciones animalistas que piden la prohibición de los toros o la caza, se han tambaleado con este estudio que demuestra que las plantas también sienten dolor".

En vez de caer en este juego, el académico propone asimilar el verdadero sentido de las metáforas, jamás deformarlas y mucho menos llevarlas hasta el punto del absurdo. "Ello nos priva del disfrute de investigaciones tan interesantes como ésta, la cual ya no sólo planeo dársela a leer a mis alumnos, sino proponerla como bibliografía en alguna materia, ahora que en la Facultad de Ciencias estamos analizando qué integrar en el nuevo plan de estudios".

Tras dedicar gran parte de su vida profesional a entender cómo perciben las plantas, el doctor Rosas se confiesa aún sorprendido de la complejidad de ello. "Estamos ante organismos capaces de sintetizar moléculas para ahuyentar depredadores, expresar ciertos genes para sobrevivir a las sequías o de comunicarse con bacterias a través de sus raíces. Soy un convencido de que las plantas son seres muy inteligentes, eso sí, metafóricamente hablando".

Capítulo X : La reproducción en los organismos vivos

*** : Formas de reproducción entre los organismos vivos**

Cada especie de los animales (especie a la que pertenecen los humanos) tienen variadas formas de reproducción de acuerdo con sus condiciones, pero en todas ellas, se desarrolla un proceso similar en el que actúa esa forma de Fuerza Vital desconocida.

Ovulíparos: Las hembras depositan óvulos en un medio y los machos depositan espermatozoides sobre ellos (fecundación externa). Requieren de un medio acuático. Se da en anfibios y peces óseos.

Ovíparos: el macho introduce los espermatozoides dentro de la hembra, (fecundación interna) una vez fecundada esta deposita huevos con cáscara dura que protegen al embrión. Se da en algunos peces cartilaginosos, reptiles, aves y dos mamíferos: el equidna y el ornitorrinco.

Ovovivíparos: la fecundación es interna y el embrión es encerrado en un huevo dentro del cuerpo de la madre con el que no intercambia sustancias. Cuando el embrión está desarrollado el huevo se rompe y la hembra pare a la cría, o deposita el huevo poco antes de que la cría salga de él. Se da en tiburones y serpientes.

Vivíparos: la fecundación es interna y la cría se desarrolla dentro del cuerpo de la madre intercambiando sustancias. Se da en la mayoría de los mamíferos, incluido el ser humano, pero en todos, el proceso es casi idéntico, solo cambia el modelo de desarrollo embrionario.

En los vegetales, difiere un poco la forma de reproducción, puede ser sexual, vegetativa y asexual al ser un proceso mediante el cual se origina un nuevo individuo distinto.

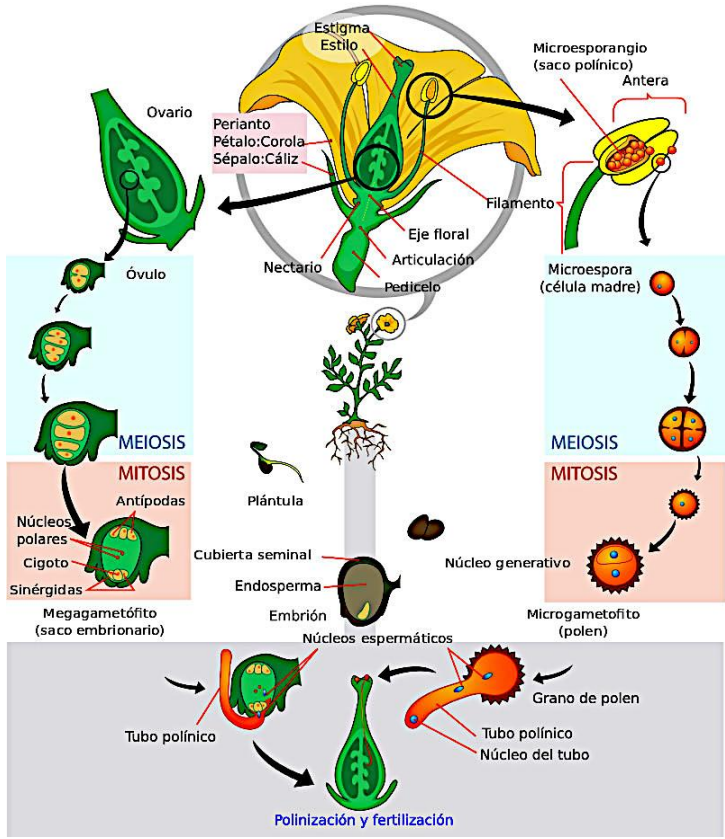


Figura 4.10.1. Reproducción vegetal

Estas son las diferentes fases de la reproducción sexual de las algas y los vegetales:

Plasmogamia o fusión de las células reproductivas o gametos.

Cariogamia o fusión de los gametos para dar como resultado un zigoto

Meiosis o proceso de recombinación cromosomático que da como resultado nuevos gametos para la siguiente reproducción.

Además, según el tipo de gametos que presente el individuo pueden darse diferentes tipos de plasmogamia:

Isogamia cuando los gametos son idénticos y móviles

Anisogamia cuando los gametos aun siendo móviles no cuentan con la misma morfología

Oogamia cuando el tamaño de los gametos femeninos es mayor que el de los gametos masculinos y estos últimos, a su vez, se encuentran en un mayor número.

Las algas cuentan a su vez con una gran diversidad de ciclos vitales cuyas diferencias suceden durante la meiosis, dependiendo del tipo de células que produzcan o bien si durante el ciclo hay uno o más estados de vida libre. Así, los podemos dividir y nombrar de la siguiente manera:

Ciclo monogenético haplofásico: cuando la meiosis se produce durante la germinación del zigoto.

Ciclo monogenético diplofásico: cuando la meiosis da como resultado dos gametos haploides.

Figura 4.10.2. El fondo del mar nos muestra diferentes tipos de reproducción

Ciclo digenético haplodiflofásico: consta de dos fases. Durante la primera el gametofito produce gametos durante la mitosis y la segunda fase que comienza cuando el esporofito produce esporas durante la meiosis.

Pero en todos los procesos, la energía vital juega un papel protagónico, llegando a la conclusión que de esa energía depende toda la vida sobre el planeta.

*** : Integrantes del proceso reproductivo**

Como vimos, en todos los seres, las señales eléctricas o químicas, se activan mediante la participación de dos componentes, masculino y femenino. El proceso varía de acuerdo a su condición de animal o vegetal, pero la configuración básica parte de la memoria genética que consta en el ADN de los progenitores.

El número de cromosomas en el ADN de animales y vegetales varía dependiendo de la especie. Los seres humanos tienen 23 pares de cromosomas, constituyendo un complemento cromosómico total de 46 cromosomas. Por otro lado, el número de cromosomas y la cantidad de ADN en una célula vegetal varía dependiendo de las especies. La cebolla, por ejemplo, tiene un genoma 12 veces más grande que el humano.

+ : **Estructura del ADN**

Como se puede apreciar en la Figura 4.10.3., los nucleótidos sólo varían ligeramente, y sólo en la base nitrogenada. En el caso del ADN, esas bases son adenina, guanina, citosina y timina. Obsérvese la similitud de las formas de adenina y guanina, y también la similitud entre citosina y timina. A y G se clasifican como purinas, mientras que C y T se clasifican como pirimidinas. Mientras estemos nombrando cosas, observe “desoxirribosa” y “ribosa”. Como su nombre lo indica, la desoxirribosa es solo una ribosa sin oxígeno. Más específicamente, donde hay un grupo hidroxilo unido al 2-carbono de la ribosa, solo hay un hidrógeno unido al 2-carbono de la desoxirribosa. Esa es la única diferencia entre los dos azúcares.

Al construir aleatoriamente una sola cadena de ácido nucleico in vitro, no existen reglas particulares en cuanto al orden de los nucleótidos con respecto a sus bases. Las identidades de sus bases

nitrogenadas son irrelevantes porque los nucleótidos están unidos por enlaces fosfodiéster a través del grupo fosfato y la pentosa.

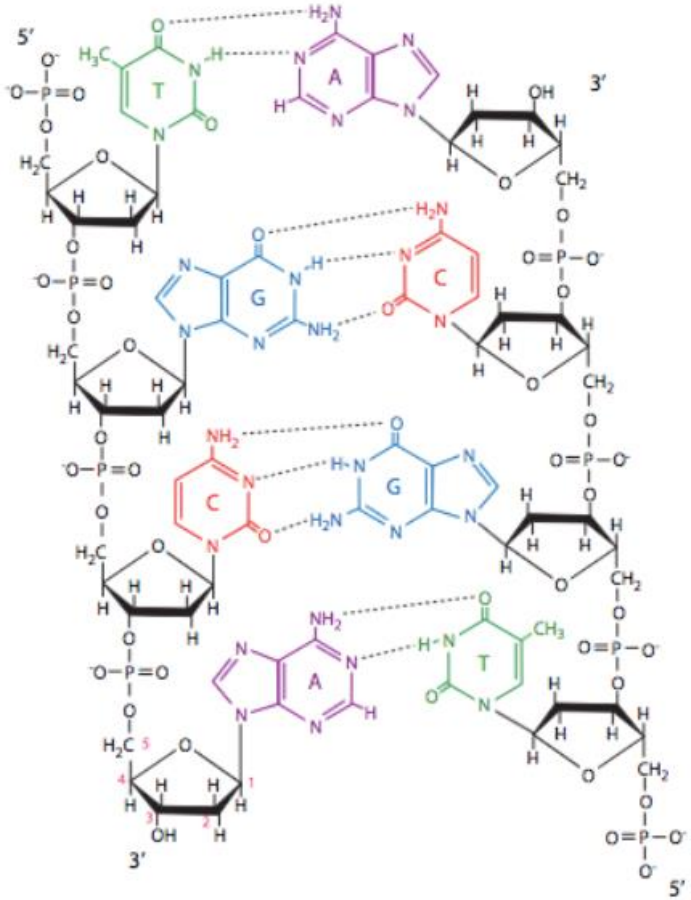


Figura 4.10.3. ADN. El ácido desoxirribonucleico es una cadena polimérica de nucleótidos conectados por enlaces fosfodiéster 5' a 3'. El ADN normalmente existe como dos cadenas complementarias antiparalelas unidas por enlaces de hidrógeno entre adeninas (A) y timinas (T), y entre guaninas (G) y citosinas (C).

Por lo tanto, a menudo se le conoce como la cadena principal de azúcar-fosfato. Si desglosamos la palabra “fosfodiéster”, vemos que describe con bastante facilidad la conexión: los azúcares están conectados por dos enlaces éster (—O—) con un fósforo en el medio. Una de las ideas que muchas veces confunde a los estudiantes es la direccionalidad de este vínculo, y por tanto, de los ácidos nucleicos en general. Por ejemplo, cuando hablamos de la

ADN polimerasa, la enzima que cataliza la adición de nucleótidos en las células vivas, decimos que funciona en una dirección 5-prime (5') a 3-prime (3').

Esto puede parecer arcano molecular-biólogo-hablar, pero en realidad es muy sencillo. Eche otro vistazo a dos de los nucleótidos unidos por el enlace fosfodiéster (Figura 4.10.7., abajo a la izquierda). Un nucleótido de adenina se une a un nucleótido de citosina. El enlace fosfodiéster siempre enlazará el carbono 5 de una desoxirribosa (o ribosa en el ARN) al carbono 3 del siguiente azúcar. Esto también significa que, en un extremo de una cadena de nucleótidos enlazados, habrá un grupo 5' fosfato libre (-PO 4), y en el otro extremo, un hidroxilo 3' libre (-OH). Estos definen la direccionalidad de una cadena de ADN o ARN.

El ADN se encuentra normalmente como una molécula bicatenaria en la célula mientras que el ARN es en su mayoría monocatenario. Sin embargo, es importante entender que, bajo las condiciones apropiadas, el ADN podría hacerse monocatenario y el ARN puede ser bicatenario. De hecho, las moléculas son tan similares que incluso es posible crear moléculas híbridas bicatenarias con una cadena de ADN y otra de ARN. Curiosamente, las hélices dobles de ARN-ARN y las hélices dobles de ARN-ADN son en realidad ligeramente más estables que la doble hélice ADN-ADN más convencional.

La base de la naturaleza bicatenaria del ADN, y de hecho la base de los ácidos nucleicos como medio para el almacenamiento y transferencia de información genética, es el emparejamiento de bases. El emparejamiento de bases se refiere a la formación de enlaces de hidrógeno entre adeninas y timinas, y entre guaninas y citosinas. Estos pares son significativamente más estables que cualquier asociación formada con las otras bases posibles. Además, cuando estas asociaciones de pares de bases se forman en el contexto de dos cadenas de ácidos nucleicos, su espaciado también es uniforme y altamente estable. Tal vez recuerde que los enlaces de hidrógeno son enlaces relativamente débiles. Sin embargo, en el contexto del ADN, el enlace de hidrógeno es lo que hace que el ADN sea extremadamente estable y por lo tanto muy adecuado como medio de almacenamiento a largo plazo para la información genética. Ya que incluso en procariotas simples, las hélices dobles de

ADN tienen al menos miles de nucleótidos de longitud, esto significa que hay varios miles de enlaces de hidrógeno que mantienen unidas las dos cadenas. Aunque cualquier interacción individual de enlace de hidrógeno de nucleótido a nucleótido podría interrumpirse temporalmente fácilmente por un ligero aumento de la temperatura, o un cambio minúsculo en la fuerza iónica de la solución, una doble hélice completa de ADN requiere temperaturas muy altas (generalmente superiores a 90 o C) para desnaturalizar completamente la doble hélice en hebras individuales.

Debido a que hay un emparejamiento exacto de nucleótidos uno a uno, resulta que las dos cadenas son esencialmente copias de respaldo entre sí, una red de seguridad en caso de que se pierdan nucleótidos de una cadena. De hecho, aunque partes de ambas hebras estén dañadas, siempre y cuando la otra hebra esté intacta en la zona de daño, entonces la información esencial sigue ahí en la secuencia complementaria de la hebra opuesta y puede escribirse en su lugar. Sin embargo, tenga en cuenta que, si bien una hebra de ADN puede así actuar como un “respaldo” de la otra, las dos cadenas no son idénticas, son complementarias. Una consecuencia interesante de este sistema de hebras complementarias y antiparalelas es que las dos hebras pueden llevar cada una información única.

Los pares de genes bidireccionales son dos genes en cadenas opuestas de ADN, pero que comparten un promotor, que se encuentra entre ellas. Dado que el ADN solo se puede hacer en una dirección, 5' a 3', este promotor bidireccional, a menudo una isla CpG (ver siguiente capítulo), envía así la ARN polimerasa para cada gen en direcciones físicas opuestas. Esto se ha demostrado para una serie de genes involucrados en cánceres (mama, ovario), y es un mecanismo para coordinar la expresión de redes de productos génicos.

Las hebras de una doble hélice de ADN son antiparalelas. Esto significa que, si observamos una doble hélice de ADN de izquierda a derecha, se construiría una hebra en la dirección 5' a 3', mientras que la cadena complementaria se construye en la dirección 3' a 5'. Esto es importante para la función de las enzimas que crean y reparan el ADN, ya que pronto estaremos discutiendo. En la Figura

4.10.3., la hebra izquierda es de 5' a 3' de arriba a abajo, y la otra es de 5' a 3' de abajo a arriba.

Desde un punto de vista físico, las moléculas de ADN están cargadas negativamente (todos esos fosfatos), y normalmente una doble hélice con un giro diestro. En este estado normal (también llamado conformación "B"), una torsión completa de la molécula abarca 11 pares de bases, con 0.34 nm entre cada base nucleotídica. Cada una de las bases nitrogenadas son planas, y cuando se emparejan con la base complementaria, forma un "peldaño" plano en la "escalera" del ADN. Éstas son perpendiculares al eje longitudinal del ADN. La mayor parte del ADN flotante en una célula, y la mayor parte del ADN en cualquier solución acuosa de osmolaridad y pH casi fisiológicos, se encuentra en esta conformación B.

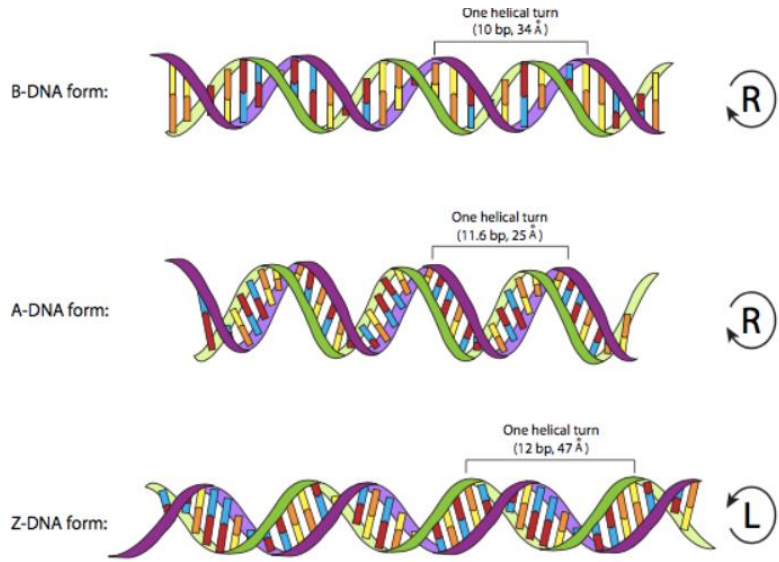


Figura 4.10.4. Tres conformaciones de ADN. El ADN B es más común, el A-ADN es probablemente un artefacto de cristalización in vitro, y el Z-ADN se puede formar transitoriamente en partes del cromosoma.

Sin embargo, se han encontrado otras conformaciones, generalmente bajo circunstancias ambientales muy específicas. Se observó una conformación comprimida, A-DNA, como artefacto de cristalización in vitro, con un poco más de bases por giro, longitud de giro más corta y pares de bases que no son perpendiculares al eje longitudinal. Otro, el Z-DNA, parece formarse transitoriamente en

tramos de ADN ricos en GC en los que, curiosamente, el ADN se tuerce en dirección opuesta.

Se ha sugerido que tanto las formas A como Z del ADN son, de hecho, fisiológicamente relevantes. Hay evidencia que sugiere que la forma A puede ocurrir en hélices dobles híbridas ARN-ADN así como cuando el ADN está complejado con algunas enzimas. La conformación Z puede ocurrir en respuesta a la metilación del ADN. Además, la conformación "normal" del B-ADN es algo así como una estructura idealizada basada en estar completamente hidratada, ya que ciertamente es muy probable dentro de una célula. Sin embargo, ese estado de hidratación cambia constantemente, aunque minuciosamente, por lo que la conformación del ADN a menudo variará ligeramente de los parámetros de conformación B en la Figura 4.10.5.

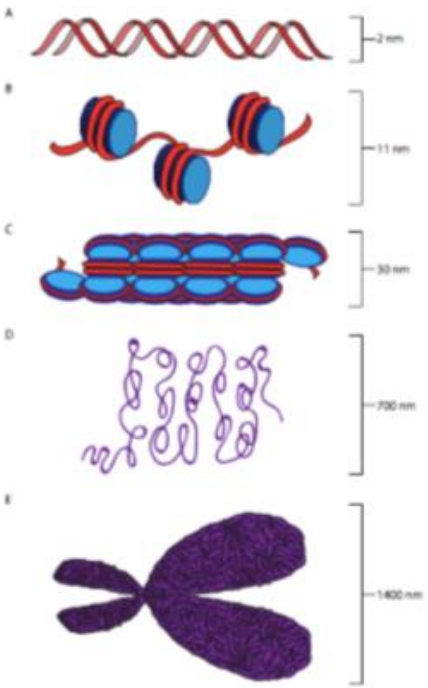


Figura 4.10.5. Envasado de ADN. (A) Una hebra desnuda de ADN tiene aproximadamente 2 nm de diámetro. (B) Las histonas, que son proteínas octaméricas representadas aquí como una proteína aproximadamente cilíndrica, tienen cargas positivas distribuidas en la superficie externa para interactuar con el esqueleto del ADN cargado negativamente. (C) Incluso la organización

proporcionada por la unión a histonas puede dejar una maraña inmanejable de ADN, especialmente con genomas eucariotas más largos, y por lo tanto el ADN unido a histona se empaqueta en la "cadena de 30 nm". Esto se mantiene unido, en parte, por interacciones de histonas. (D) Las fibras de 30 nm se enrollan en fibras de 700 nm, las cuales se forman a su vez en el cromosoma eucariota típico (E).

En los procariotas, el ADN se encuentra en el citoplasma (bastante obvio ya que no hay otra opción en esos organismos simples), mientras que, en los eucariotas, el ADN se encuentra dentro del núcleo. A pesar de las diferencias en sus ubicaciones, el nivel de protección frente a las fuerzas externas, y sobre todo, sus tamaños, tanto el ADN procariótico como el eucariota está empaquetado con proteínas que ayudan a organizar y estabilizar la estructura cromosómica general. Se entiende relativamente poco con respecto al empaquetamiento cromosómico procariótico, aunque existen similitudes estructurales entre algunas de las proteínas que se encuentran en los cromosomas procariotas y eucariotas. Por lo tanto, la mayoría de los cursos introductorios de biología celular se adhieren al empaquetamiento cromosómico.

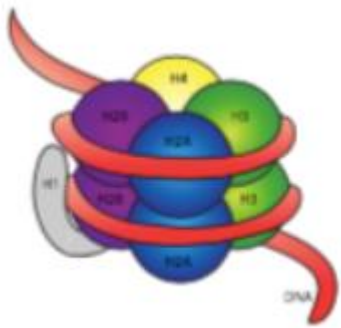


Figura 4.10.6. El nucleosoma está compuesto por un poco más de dos vueltas de ADN alrededor de un núcleo de histona que contiene dos copias de cada una de las histonas H2A, H2B, H3 y H4. La histona H1 no forma parte de la unidad central y funciona en la interacción coordinadora entre nucleosomas.

El ADN desnudo, ya sea procariota o eucariota, es una hebra extremadamente delgada de material, de aproximadamente 11 nm de diámetro. Sin embargo, dado el tamaño de los genomas eucariotas, si el ADN se almacenara de esa manera dentro del núcleo, se enredaría inmanejablemente. Imagínate un cubo en el que hayas arrojado cien metros de hilo sin ningún intento de

organizarlo enrollándolo o agrupándolo. Ahora considere si sería capaz de alcanzar en ese cubo tirar de una hebra, y esperar tirar hacia arriba solo una hebra, o si en su lugar es probable que tire hacia arriba al menos una pequeña maraña de hilo. La celda hace esencialmente lo que harías con el hilo para mantenerlo organizado: se empaqueta ordenadamente en madejas más pequeñas y manejables. En el caso del ADN, cada cromosoma se enrolla alrededor de un complejo de histonas para formar el primer orden de organización cromosómica: el nucleosoma.

La fibra de 30 nm se mantiene unida por dos conjuntos de interacciones. Primero, el enlazador histona, H1, reúne los nucleosomas en una estructura aproximada de 30 nm. Esta estructura es estabilizada por enlaces disulfuro que se forman entre la histona H2A de un nucleosoma y la histona H4 de su vecino.

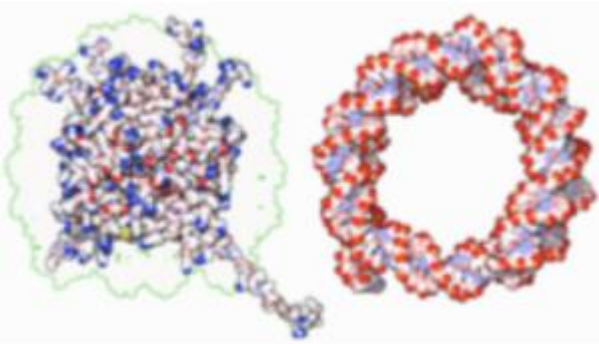


Figura 4.10.7. Banco de Datos de Proteínas RCSB (http://www.rcsb.org).

Las histonas son una familia de proteínas básicas (cargadas positivamente). Todos funcionan principalmente en la organización del ADN, y el nucleosoma se forma cuando el ADN se envuelve (un poco más de 2 veces) alrededor de un núcleo de ocho histonas, dos cada una de H2A, H2B, H3 y H4. El número y la posición de las cargas positivas (principalmente de lisinas y argininas) son cruciales para su capacidad de unirse fuertemente al ADN, que como se señaló anteriormente, tiene una carga muy negativa. Esa idea de “los opuestos se atraen” no es solo un consejo de citas de las columnas de consejos.

Al examinar la estructura 3D del complejo central de histonas, vemos que mientras que los dominios de interacción de proteínas relativamente no cargados mantienen las histonas juntas en el centro, los residuos cargados positivamente se encuentran alrededor del exterior del complejo, disponibles para interactuar con los fosfatos cargados negativamente de ADN.

En un capítulo posterior, discutiremos cómo las enzimas leen el ADN para transcribir su información en trozos de ARN más pequeños y manejables. Por ahora, sólo tenemos que ser conscientes de que, en un momento dado, gran parte del ADN está empaquetado herméticamente, mientras que algunas partes del ADN no lo están. Debido a que las partes que están disponibles para su uso pueden variar dependiendo de lo que esté sucediendo a/en la célula en un momento dado, el empaque del ADN debe ser dinámico. Debe haber un mecanismo para aflojar rápidamente la unión del ADN a las histonas cuando ese ADN es necesario para la expresión génica, y para apretar la unión cuando no lo es. Resulta que este proceso implica acetilación y desacetilación de las histonas.

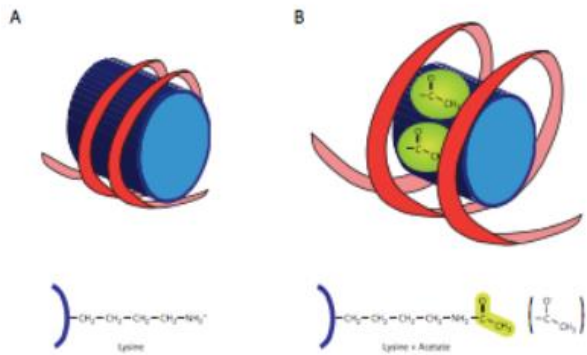


Figura 4.10.8. (A) La histona desacetilada permite la interacción entre los fosfatos cargados negativamente del ADN y las lisinas cargadas positivamente de la histona. (B) Cuando la histona está acetilada, no solo se pierde la carga positiva sobre la lisina, el grupo acetilo también imparte una carga negativa, repele los fosfatos de ADN.

Las histonas acetiltransferasas (HAT) son enzimas que colocan un grupo acetilo en una lisina de una proteína histona. Los grupos acetilo están cargados negativamente, y la acetilación no solo agrega un grupo cargado negativamente, también elimina la carga positiva

de la lisina. Esto tiene el efecto de no sólo neutralizar un punto de atracción entre la proteína y el ADN, sino incluso repelerlo ligeramente (con cargas similares). Por otro lado, del mecanismo, las Histonas Deactilasas (HDAC) son enzimas que eliminan la acetilación, y con ello restauran la interacción entre la proteína histona y el ADN. Al tratarse de enzimas tan importantes, es lógico pensar que no se les permite operar de manera voluntaria sobre ninguna histona disponible, y de hecho, a menudo se encuentran en un complejo con otras proteínas que controlan y coordinan su activación con otros procesos como la activación de la transcripción.

*** : Replicación Semi conservadora de ADN**

La replicación del ADN es similar a la transcripción en su idea más general: una enzima polimerasa lee una hebra de ADN un nucleótido a la vez toma un nucleótido aleatorio del nucleoplasma, y si es complementaria al nucleótido en el ADN, la polimerasa lo agrega a la nueva cadena que está creando.

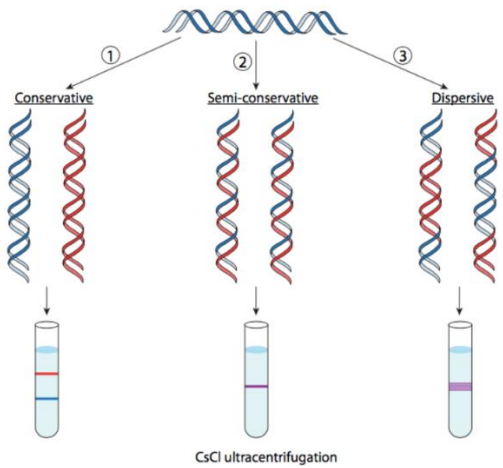


Figura 4.10.9. Replicación del ADN. Previo al descubrimiento de las enzimas involucradas en la replicación, se propusieron tres mecanismos generales. En la replicación conservadora, las cadenas de ADN originales permanecen asociadas entre sí, mientras que el ADN recién hecho forma su propia doble hélice. La replicación semi conservadora postula la creación de hélices dobles híbridas viejas y nuevas. La replicación dispersiva propuso moléculas compuestas por fragmentos aleatorios de ADN doble antiguo y doble nuevo.

Por supuesto, también hay diferencias significativas entre la replicación y la transcripción, entre las cuales no menos importante es que ambas cadenas de ADN se están leyendo simultáneamente para crear dos nuevas cadenas complementarias que eventualmente darán como resultado una copia completa y casi perfecta de todo un genoma del organismo.

Uno de los conceptos más importantes de la replicación del ADN es que se trata de un proceso semi conservador (Figura 4.10.9.). Esto significa que cada doble hélice en la nueva generación de un organismo consiste en una hebra completa "vieja" y una hebra "nueva" completa envueltas, una, alrededor de la otra. Esto contrasta con los otros dos posibles modelos de replicación del ADN, el modelo conservador y el modelo dispersivo. Un mecanismo conservador de replicación propone que el ADN antiguo se utilice solo como molde y no se incorpore a la nueva doble hélice. Así, la nueva celda tiene una doble hélice completamente nueva y una doble hélice completamente antigua. El modelo dispersivo de replicación postula un producto final en el que cada doble hélice de ADN es una mezcla de fragmentos de ADN antiguo y nuevo. A la luz del conocimiento actual, es difícil imaginar un mecanismo dispersivo, pero en su momento, no había modelos mecanicistas en absoluto. Los experimentos Meselson-Stahl (1958) demostraron claramente que el mecanismo debe ser semi conservador, y esto se confirmó una vez que se descubrieron las enzimas clave y se dilucidaron sus mecanismos.

En los experimentos Meselson-Stahl, E. coli se incubaron primero con 15 N, un isótopo pesado de nitrógeno. Aunque es solo una diferencia en masa de un neutrón por átomo, existe una diferencia de masa suficientemente grande entre el ADN que contiene nitrógeno pesado (en las bases purina y pirimidina) y el ADN que contiene nitrógeno ligero/normal para que puedan separarse entre sí por ultra centrifugación a través de una CsCl gradiente de concentración (Figura 4.10.9.).

A lo largo de 14 generaciones, esto condujo a una población de E. coli que tenía nitrógeno pesado incorporado en todo el ADN (mostrado en azul). Luego, las bacterias se cultivan para una o dos divisiones en nitrógeno "ligero", 14 N. Cuando se examinó el ADN de las poblaciones bacterianas por centrifugación, se encontró que, en

lugar de ADN ligero y ADN pesado, como se esperaría si las replicaciones de ADN fueran conservadoras, hubo una sola banda en y posición intermedia en el gradiente. Esto apoya un modelo semi-conservador en el que cada hebra de ADN original no sólo actúa como un molde para hacer nuevo ADN, sino que se incorpora a la nueva doble hélice.

+ : **Replicación procariota**

La replicación del ADN comienza en un origen de replicación. Solo hay un origen en los procariotas (en E. coli, ORic) y se caracteriza por matrices de secuencias repetidas. Estas secuencias se envuelven alrededor de una proteína de unión al ADN, y al hacerlo, ejercen presión sobre los enlaces H entre las hebras del ADN, y el cromosoma comienza a descomprimirse en un área rica en AT envuelta alrededor de esta proteína. Recuerde que los pares A-T son 33% más débiles que los pares G-C debido a la menor cantidad de enlaces de hidrógeno.

El uso de extensiones de ADN ricas en AT como puntos de separación de cadenas es un tema recurrente a través de una variedad de operaciones de ADN. La separación de las dos cadenas es bidireccional, y las ADN polimerasas actuarán en ambas direcciones para terminar el proceso lo más rápido posible. La velocidad es importante aquí porque mientras se produce la replicación, el ADN es vulnerable a la rotura, y la mayoría de los procesos metabólicos se cierran para dedicar la energía a la replicación. Incluso en los procariotas, donde las moléculas de ADN son órdenes de magnitud más pequeñas que en los eucariotas, el tamaño de la molécula de ADN cuando se desentraña de las proteínas de empaquetamiento protectoras la hace altamente susceptible al daño físico solo por los movimientos de la célula.

La primera proteína de unión a ORic, ADNA, se une a cajas de ADN, las cuales son segmentos de 9 pares de bases con una secuencia consenso de TTATCCACA. ORic tiene cinco de estas repeticiones, y una proteína de ADN se une a cada una de ellas. HU e IHF son proteínas similares a histonas que se asocian con el ADN y juntas doblan esa parte del ADN en un bucle circular, situándolo justo sobre la otra característica principal de ORic, las repeticiones ricas en AT de 13 pb (GATCTNTNTNTTTTTT).

El ADN hidroliza ATP y rompe los enlaces H entre las cadenas en las repeticiones 13mer, también conocido como fusión del ADN. Esto permite complejos de DnaB [y DnaC, que es una proteína de carga que ayuda a unir DnaB (6) a la cadena con la hidrólisis acompañante de ATP. Además, se reclutan cinco ADN más para estabilizar el bucle.] para unirse a cada región monocatenaria del ADN en lados opuestos de la burbuja de replicación recién abierta.

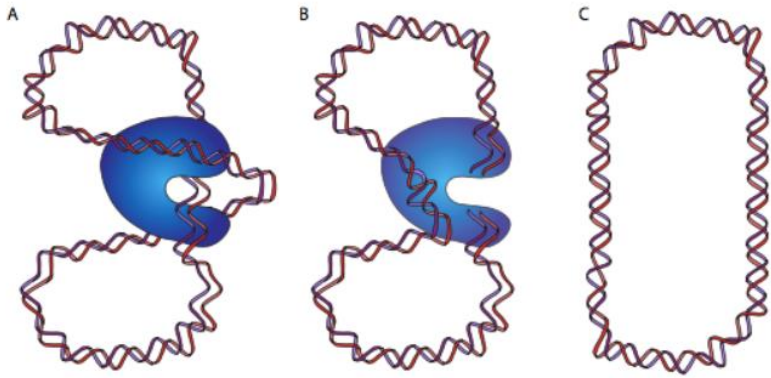


Figura 4.10.10. Las ADN topoisomerasas tipo II como la ADN girasa alivian el superenrollamiento al hacer un corte temporal de doble hebra.

DnaB es una helicasa; su actividad enzimática es descomprimir/desenrollar el ADN por delante de la ADN polimerasa, para darle ADN monocatenario para leer y copiar. Lo hace en asociación con proteínas de unión a ADN monocatenario (SSB) y ADN girasa. La función de SSB es casi autoexplicativa: el ADN monocatenario es como el ARN en su capacidad para formar estructuras secundarias complejas por emparejamiento interno de bases, por lo que SSB evita eso. La ADN girasa es una topoisomerasa tipo II, y tiene la tarea de introducir superenrollamiento negativo en el ADN.

Esto es necesario porque la descompresión del ADN por helicasa también lo desenrolla (ya que es una doble hélice) y provoca la introducción de superenrollamiento positivo. Esto significa que toda la molécula circular se retuerce sobre sí misma: imagínese sosteniendo una banda elástica en dos manos y retorciéndola. A medida que se acumula el superenrollamiento, el ADN se enrolla más fuertemente, hasta el punto de que sería imposible que la helicasa lo descomprima. DNAB/girasa puede aliviar este estrés

cortando temporalmente el ADN bicatenario, pasando un bucle de la molécula a través de la brecha y resellándolo.

Esto (ojalá) tenga mucho más sentido mirando el diagrama. O, volviendo a nuestra goma elástica, dale a la banda de goma un giro o dos, luego pega los dos extremos con cinta adhesiva. Si corta la banda de goma y pasa una porción adyacente de la banda elástica a través de ese recorte, luego vuelve a conectar los extremos cortados, encontrará que hay un giro menos. Ingenioso, ¿eh? En este punto, algunos de ustedes van a decir, pero si tuercen una banda de goma flotante libre, como uno podría imaginar un cromosoma de ADN circular flotante en E. coli, esperaría que se desenroscara naturalmente.

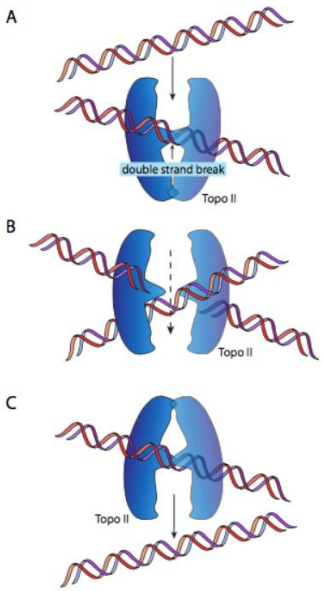


Figura 4.10.11. Detalle de la acción de la ADN topoisomerasa tipo II. (A) Primero, la enzima se une al ADN e inicia una actividad endonucleasa, cortando ambas hebras del ADN en ese punto. (B) Esta transección completa del ADN (a diferencia del corte monocatenario por topoisomerasas tipo I) permite que otra parte de la misma molécula de ADN se deslice a través del hueco. (C) Finalmente, los dos extremos temporalmente rotos del ADN, que habían sido retenidos estrechamente en su lugar por la enzima.

Técnicamente, sí, pero debido a la gran masa del cromosoma, su asociación con diversas proteínas y la membrana celular, y la

viscosidad de su entorno, no se comporta como si fuera completamente libre.

Una vez que se ha abierto ORic y las helicasas se han unido a los dos lados de la horquilla de replicación, la máquina de replicación, también conocida como la replisoma, puede comenzar a formarse. Sin embargo, antes de que las ADN polimerasas tomen posiciones, necesitan ser cebadas. Las ADN polimerasas son incapaces de unir dos nucleótidos libres individuales para comenzar a formar un ácido nucleico; solo pueden agregarse a una cadena preexistente de al menos dos nucleótidos. Por lo tanto, una ARN polimerasa especializada (RNAP's no tienen esta limitación) conocida como primasa es una parte de él replisoma, y las lecturas crean una cadena corta de ARN denominada el cebador para que la ADN polimerasa se agregue. Aunque solo se necesitan unos pocos nucleótidos, los cebadores procariotas pueden tener hasta 60 nt dependiendo de la especie.

Hasta la fecha se han descubierto al menos cinco ADN polimerasas procariotas. La ADN polimerasa primaria para replicación en E. coli es la ADN Polimerasa III (Pol III). Pol I también está involucrado en el mecanismo básico de replicación del ADN, principalmente a ll en brechas creadas durante la síntesis de cadenas rezagadas (definidas 3 páginas más adelante) o a través de mecanismos de corrección de errores. La ADN polimerasa II y los recientemente descubiertos Pol IV y Pol V no participan en la replicación cromosómica, sino que se utilizan para sintetizar ADN cuando se necesitan ciertos tipos de reparación en otros momentos del ciclo de vida celular.

La ADN polimerasa III es una holoenzima multisubunidad, con subunidades α, ε y θ que comprenden la polimerasa central, y τ, γ, δ, δ ', χ, ψ y β que se unen para formar la holoenzima completa. La polimerasa central tiene dos actividades: la subunidad α es la función de la polimerasa, leyendo una cadena de ADN y sintetizando una cadena complementaria con gran velocidad, alrededor de 150 nt/seg; la subunidad ε es una exonucleasa 3'-5' de “corrección” y actúa como corrector inmediato, eliminando el último nucleótido si es incorrecto.

Esta prueba- lectura no llega más atrás: solo actúa sobre el nucleótido agregado más recientemente para corregir la

incorporación errónea. Se utilizan otros mecanismos y enzimas para corregir las lesiones de ADN que surgen en otros momentos. [Como cuestión de nomenclatura, las exo nucleasas solo cortan los nucleótidos del ADN o ARN de cualquiera de los extremos, pero no en el medio. Las endo nucleasas escinden enlaces fosfodiéster localizados más profundamente dentro de una cadena de ácido nucleico.]

La subunidad θ no tiene actividad enzimática y regula la función exonucleasa. A pesar de que tiene actividad polimerasa, la polimerasa central de Pol III tiene poca procesividad, es decir, solo puede sumar hasta 15 nucleótidos antes de disociarse del ADN molde. Dado que los genomas de cepas de E. coli tienen un promedio de cerca de 5 millones de pares de bases, la replicación en pequeños segmentos de 15 nt sería extraordinariamente ineficiente.

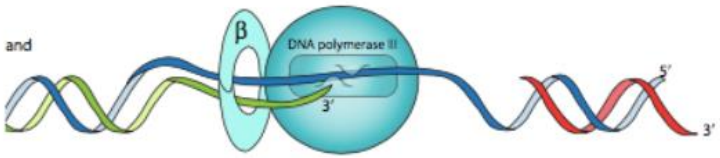


Figura 4.10.12. La pinza β dimérica mantiene la ADN Polimerasa III en el molde, lo que le permite polimerizar más nucleótidos antes de disociarse.

El complejo de cargador de pinza es un conjunto de ATPasa que se une a la unidad β-clamp tras la unión de ATP (pero la actividad de ATPasa no está activada). Cuando el complejo luego se une al ADN, activa la ATPasa, y la hidrólisis resultante de ATP conduce a cambios conformacionales que abren la pinza temporalmente (para rodear o alejarse de la cadena de ADN), y luego disociar el cargador de abrazadera del conjunto de abrazadera.

Aquí es donde se necesita la subunidad β. También conocida como la abrazadera β, es un dímero de subunidades semicirculares que tiene un orificio central a través del cual se enhebra el ADN. La polimerasa central, a través de una interacción α-β, se une a esta pinza β para que permanezca en el ADN por más tiempo, aumentando la procesividad de Pol III a más de 5000 nt. La pinza β se carga en (y se descarga de) el ADN mediante un complejo

cargador de pinza (también llamado complejo γ) que consiste en subunidades γ (x3), δ, δ', χ y ψ.

La burbuja de replicación tiene dos horquillas de replicación: una vez que el ADN se abre (descomprime) en el origen, se puede formar una máquina de replicación en cada extremo, con las helicasas dirigiéndose en direcciones opuestas. Para la simplificación, consideraremos solo una bifurcación —que se abre de izquierda a derecha— en esta discusión con el entendimiento de que lo mismo está sucediendo con la otra bifurcación, pero en sentido contrario.

Lo primero que hay que notar al mirar un diagrama de una horquilla de replicación (Figura 4.10.13.) es que las dos porciones monocatenarias del ADN molde son antiparalelas. Esto no debería sorprender en este punto del curso, pero sí introduce un problema mecánico interesante. La helicasa abre el ADN bicatenario y conduce el resto de la máquina de replicación. Entonces, en la región monocatenaria al final de la helicasa, si miramos de izquierda a derecha, una cadena molde es de 3' a 5' (en azul), mientras que la otra es de 5' a 3' (en rojo). Dado que sabemos que los ácidos nucleicos se polimerizan añadiendo el fosfato 5' de un nuevo nucleótido al hidroxilo 3' del nucleótido anterior (5' a 3', en verde), esto significa que una de las cadenas, llamada cadena líder, se está sintetizando en la misma dirección que la máquina de replicación se mueve. No hay problema ahí.

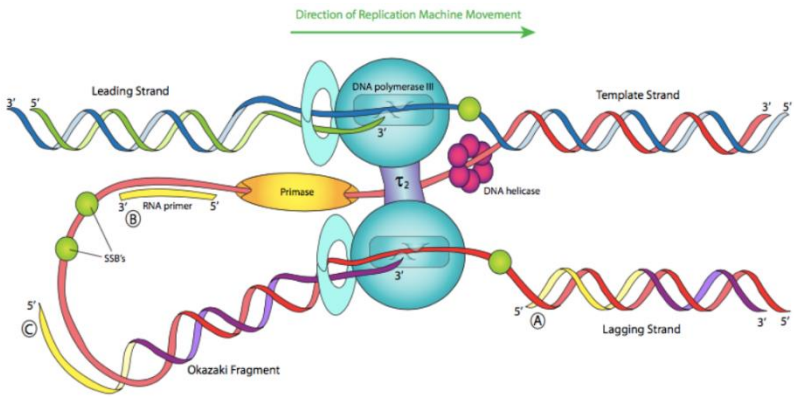


Figura 4.10.13. Replicación del ADN en procariotas.

La otra cadena es problemática: mirada linealmente, la hebra recién sintetizada iría de 3' a 5' de izquierda a derecha, pero las ADN

polimerasas no pueden agregar nucleótidos de esa manera. ¿Cómo resuelven las células este problema? Se han propuesto varias posibilidades, pero aquí se representa el modelo actual. La máquina de replicación consiste en la helicasa, primasas y dos holoenzimas de ADN polimerasa III que se mueven en la misma dirección física (siguiendo a la helicasa). De hecho, los complejos pol III están físicamente unidos a través de subunidades τ.

Para que la cadena molde que está 5' a 3' de izquierda a derecha se replique, la cadena debe alimentarse hacia atrás en la polimerasa. Esto se puede lograr ya sea dando la vuelta a la polimerasa o enrollando el ADN alrededor. Como muestra la Figura, el modelo actual es que la primasa también se mueve de izquierda a derecha, por lo que tiene poco tiempo para sintetizar rápidamente un cebador corto antes de tener que avanzar con la replisoma y comenzar de nuevo, dejando cebadores intermitentes a su paso. Debido a esto, Pol III se ve obligado a sintetizar sólo fragmentos cortos del cromosoma a la vez, llamados fragmentos de Okazaki después de su descubridor. Pol III comienza a sintetizar añadiendo nucleótidos en el extremo 3' de un cebador y continúa hasta que alcanza el extremo 5' del siguiente cebador. No conecta (y no puede) la hebra que está sintetizando con el extremo 5' del cebador.

La replicación del ADN se denomina proceso semidiscontinuo porque mientras la cadena principal se sintetiza continuamente, la hebra rezagada se sintetiza en fragmentos. Esto lleva a dos problemas principales: primero, quedan pequeños fragmentos de ARN en las cadenas recién hechas (justo en el extremo 5' para la cadena principal, en muchos lugares para la rezagada); y segundo, Pol III solo puede agregar nucleótidos libres a un fragmento de ADN monocatenario; no puede conectar otro fragmento. Por lo tanto, la nueva "hebra" no es entera, sino plagada de faltantes enlaces fosfodiéster.

El primer problema lo resuelve la ADN polimerasa I. A diferencia de Pol III, Pol I es una proteína monomérica y actúa sola, sin proteínas adicionales. También hay 10-20 veces más moléculas de Pol I que moléculas de Pol III, ya que son necesarias para tantos fragmentos de Okazaki. La ADN Polimerasa I tiene tres actividades: (1) como Pol III, puede sintetizar una cadena de ADN basada en un molde de ADN, (2) también como Pol III, es una exonucleasa correctora de 3'-5', pero

a diferencia de Pol III, (3) también es una exonucleasa 5'-3'. La actividad exonucleasa 5'-3' es crucial en la eliminación del cebador de ARN (Figura 4.10.14.).

La exonucleasa 5'-3' se une al ADN bicatenario que tiene una ruptura monocatenaria en la cadena principal del fosfodiéster como lo que sucede después de que los fragmentos de Okazaki se hayan sintetizado de un cebador al siguiente, pero no se puede conectar. Esta exonucleasa 5'-3' elimina entonces el cebador de ARN. La actividad polimerasa luego agrega nuevos nucleótidos de ADN al fragmento de Okazaki aguas arriba, llenando el hueco creado por la eliminación del cebador de ARN. La exonucleasa correctora actúa igual que lo hace para Pol III, eliminando inmediatamente un nucleótido incorrecto recién incorporado. Después de la corrección, la tasa de error general de incorporación de nucleótidos es aproximadamente de 1 en 107.

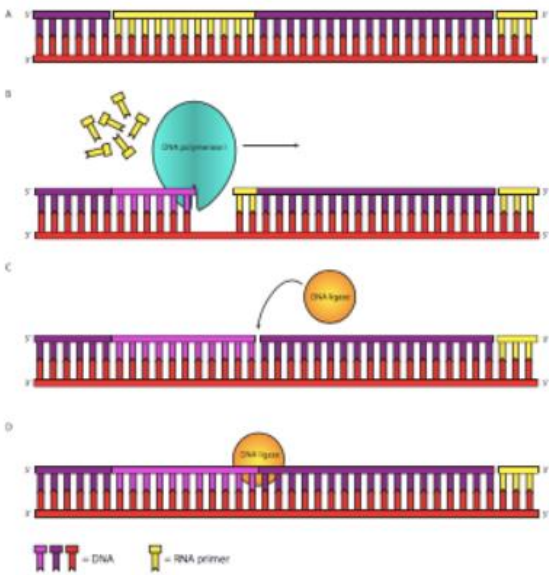


Figura 4.10.14. Síntesis de hebras rezagadas. Después de que la ADN polimerasa III haya extendido los cebadores (amarillo), la ADN polimerasa I elimina el cebador y lo reemplaza añadiéndolo al fragmento anterior. Cuando termina de eliminar el ARN y reemplazarlo con ADN, deja el ADN con un enlace fosfodiéster faltante entre el ADN sintetizado de pol III aguas abajo y el ADN sintetizado de pol I aguas arriba. Esta ruptura en la cadena principal de azúcar-fosfato es reparada por la ADN ligasa.

Técnicamente, la exonucleasa 5'-3' escinde el ADN en una región bicatenaria aguas abajo de la mella, y luego puede eliminar cualquier lugar de 1-10nt a la vez. Experimentalmente, la actividad exonucleasa 5'-3' puede ser escindida del resto de Pol I por la proteasa tripsina. Esto genera el "fragmento Klenow" que contiene la polimerasa y la exonucleasa correctora 3'-5'. A pesar de que el ARN ha sido reemplazado por ADN, esto todavía deja una hebra fragmentada.

Finalmente aparece el último jugador importante en la historia de la replicación del ADN: la ADN ligasa. Esta enzima tiene una tarea sencilla pero crucial: cataliza el ataque del 3'-OH a partir de un fragmento sobre el fosfato 5' del siguiente fragmento, generando un enlace fosfodiéster. Esta reacción requiere energía en forma de hidrólisis de ATP o NAD + dependiendo de la especie (E. coli usa NAD +) generando AMP y PP i o NMN +.

*** : Replicación eucariota**

Dada la naturaleza crucial de la replicación cromosómica para que exista la vida, no es sorprendente encontrar que la replicación del ADN eucariota es muy similar al proceso procariota. En esta sección se destacarán algunas de las diferencias, que generalmente son elaboraciones sobre la versión procariota.

A diferencia de los procariotas, los cromosomas eucariotas a menudo tienen múltiples orígenes de replicación. Considerando el tamaño de los cromosomas eucariotas, esto es necesario para terminar la replicación completa de manera oportuna. Cada uno de estos orígenes define un replicón, o el tramo del ADN que se replica desde un origen particular. Los replicones no se replican exactamente al mismo tiempo (aunque todos dentro de la misma fase del ciclo celular), por lo que es importante asegurarse de que los replicones se usen solo una vez durante un ciclo celular. Esto requiere un mecanismo de "licenciamiento". Durante la fase del ciclo celular antes de iniciar la replicación del ADN, se ensambla un complejo prerreplicativo en cada origen (Figura 4.10.15.).

Los orígenes son muy variables en composición y longitud, que van desde ~100 hasta más de 10000 pares de bases. Las proteínas pre-RC, por otro lado, están muy conservadas. El pre-RC comienza

haciendo el ORC (complejo de reconocimiento de origen, no una criatura que lucha contra Frodo y Aragorn), que se compone de seis subunidades (Orc1-Orc6). Aunque no existe una homología de secuencia significativa, el ORC se aproxima a la función de la proteína DNAA en E. coli. Para completar el pre-RC, el ORC recluta un par de proteínas, Cdc6 y Cdt1 a cada lado, y se unen al complejo MCM (un hexámero de Mcm2-Mcm6 que tiene una actividad helicasa inactiva), lo que lleva a la pre-RC con licencia completa. El origen ya está listo para su activación.

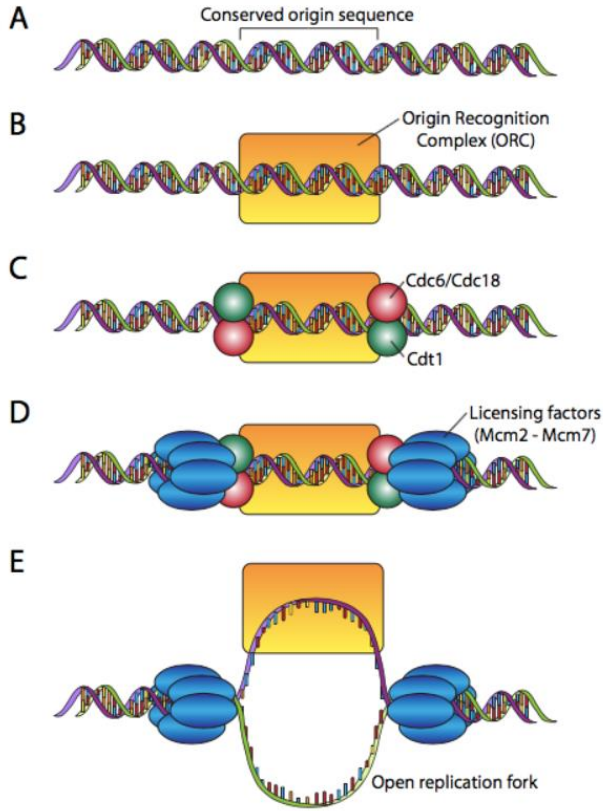


Figura 4.10.15. Origen eucariota de replicación

La activación del pre-RC en un origen de replicación requiere primero Mcm10, lo que facilita las proteínas quinasas que fosforilan el complejo MCM, activando la actividad helicasa y haciendo que la horquilla de replicación esté lista para aceptar la máquina de replicación.

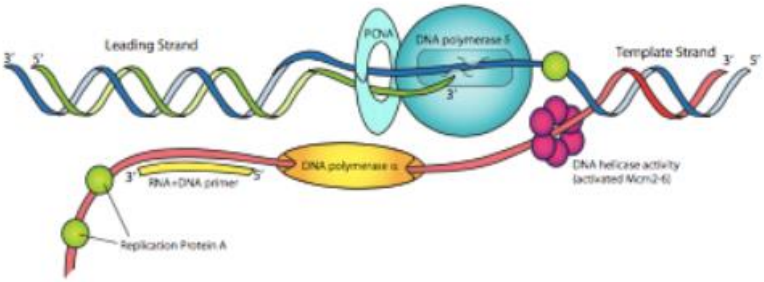


Figura 4.10.16. La máquina de replicación eucariota es muy similar a la máquina procariota.

Los componentes de la máquina de replicación eucariota pueden tener diferentes nombres de la procariota, pero las funciones deben ser muy familiares (Figura 4.10.16.). Hay una primasa para hacer cebadores de ARN, y estrechamente asociada con la primasa está la ADN polimerasa α. Pol α no tiene ni una exonucleasa 5'-3' ni una exonucleasa correctora 3'-5', pero puede sintetizar ADN. Sin embargo, esta no es la ADN polimerasa primaria. El complejo primase/pol a es esencialmente una primasa elegante que comienza con un cebador corto de ARN <10nt y luego agrega otro fragmento corto de ADN de ~15 nt, haciendo un cebador híbrido.

El factor de replicación C (RFC), que actúa como el complejo de pinza cargadora procariota, luego reemplaza pol α con PCNA, la versión eucariota de la pinza β. Esto luego recluta ADN polimerasa δ, que es la ADN polimerasa replicativa primaria, equivalente a Pol III procariota en función, y necesaria para la síntesis de cadenas tanto líderes como rezagadas. Finalmente, en lugar de SSB, las células eucariotas utilizan la proteína de replicación A (RPA) para organizar y controlar el ADN monocatenario a medida que se genera durante el proceso replicativo.

Es posible que hayas notado que ninguna de las ADN polimerasas eucariotas discutidas hasta ahora tiene una actividad exonucleasa de 5' a 3' como la utilizada por la ADN polimerasa I procariota para eliminar los cebadores. En lugar de eso, RNasaH1 y FEN-1 eliminan los cebadores de ARN (todos menos un ribonucleótido, y el último ribonucleótido, respectivamente). Curiosamente, FEN-1 también extirpa trozos de ADN de hebra rezagada dentro de aproximadamente 15 pares de bases del ARN si contienen errores.

Esto parece ayudar a aliviar el problema de la menor fidelidad de replicación por parte de pol α, que no tiene capacidad de corrección. Después de que RNasaH1 y FEN-1 hayan eliminado los cebadores y los errores cercanos al cebador, pol δ rellena los nucleótidos faltantes y una enzima ligasa se une a los fragmentos. Pol ε tiene una actividad exonucleasa 3'-5' que corta el ADN monocatenario en pequeños fragmentos de oligonucleótidos y también se asocia con la máquina de replicación.

El Ribosoma produce las bases nitrogenadas y metaboliza los nitrógenos, hidrógenos y oxígenos necesarios para reproducir los aminoácidos de los cromosomas que son necesarios para continuar el proceso de mitosis.

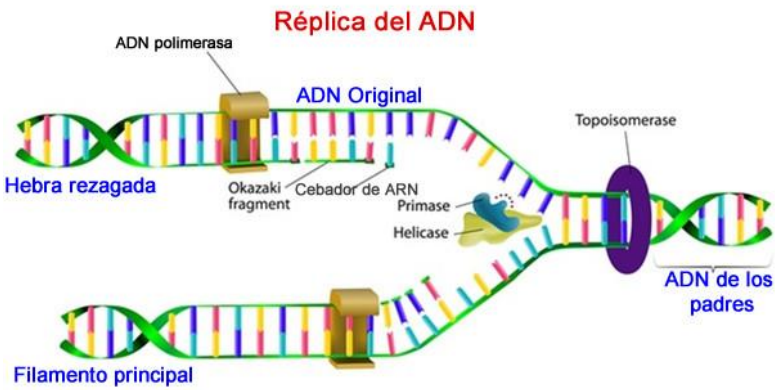


Figura 4.10.17. Réplica del ADN

CAPÍTULO XI : La procreación Humana

*** : La actividad sexual.**

La actividad sexual viene acompañada de una serie de procesos naturales, enfocados a la preservación de la especie, pero es un tema tan amplio que será mejor en otra oportunidad entrar a describirlo mejor, por ahora, nos interesa es el punto álgido de este tema.

+ : **Fusión**.

Si bien varios espermios pueden atravesar la zona pelúcida del óvulo, sólo uno establece íntimo contacto con la membrana plasmática del ovocito II.

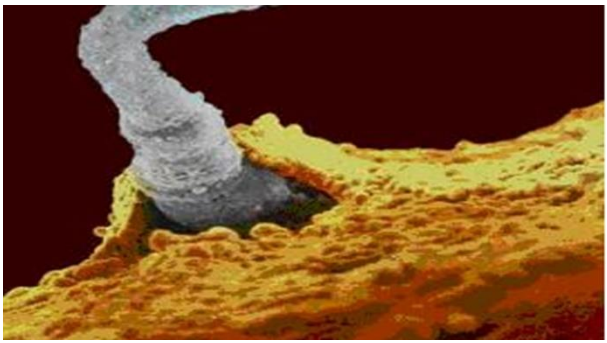


Figura 4.11.1. Singamia

Cuando esto ocurre cesan los movimientos de hiperactivación, las membranas se fusionan y entre los citoplasmas se produce una continuidad que permite la entrada del contenido del espermatozoide.

Una vez establecida la continuidad entre ambos citoplasmas ingresan en el ovocito la parte posterior de la cabeza, el cuello y la cola del espermatozoide. Finalmente lo hace la parte anterior de la cabeza.

Bloqueo de la poliespermia. Para bloquear la entrada de más de un espermatozoide (poliespermia) se produce la denominada reacción de la zona, modificación de la forma de la zona pelúcida provocando la inmovilización y expulsión de los espermios atrapados en ella. Por otra parte, la membrana plasmática del cigoto pierde la capacidad de fusionarse con otros espermatozoides que se le acercan.

+ : **Activación.**

Esto se demuestra por la formación del óvulo que se transforma en cigoto y se aprecia la expulsión del segundo polocito. Es decir, se reanuda la segunda meiosis del ovocito II.

Formación de los pronúcleos masculino y femenino. Los núcleos haploides del espermatozoide y del óvulo se llaman pronúcleo masculino y pronúcleo femenino respectivamente. Mientras se tornan esféricos ambos pronúcleos se dirigen a la región central del óvulo donde se desenrollan los cromosomas y se replica el ADN.

+ : **Singamia y anfimixis**

Los pronúcleos se colocan uno muy cerca del otro en el centro del óvulo y pierden sus cariotecas (singamia).

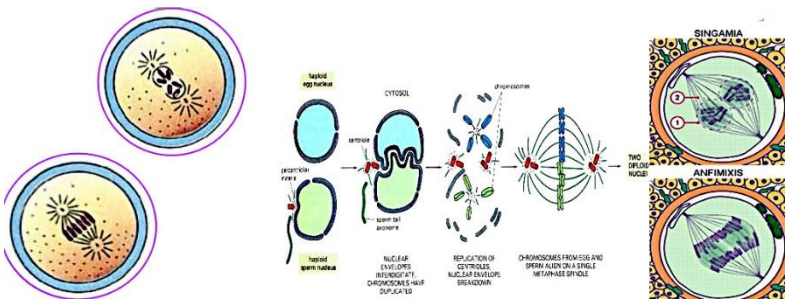


Figura 4.11.2. Singamia y Anfimixis

Entre tanto los cromosomas duplicados vuelven a condensarse y se ubican en la zona ecuatorial de la célula, como una metafase mitótica común (anfimixis). La anfimixis representa el fin de la fecundación.

Esa es la explicación que uno encuentra normalmente, pero para poder entenderlo mejor, se tiene que profundizar en su conocimiento, primero hay que tener em cuenta que todas las moléculas de fosfato de las cadenas del ADN vinculadas a 4 átomos de oxígeno estables con valencia negativo en dos de sus integrantes.

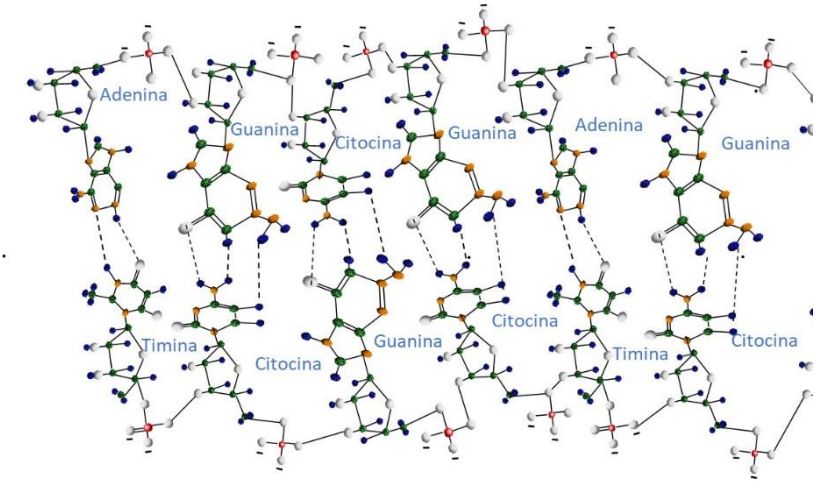


Figura 4.11.3a. Cromosomas

Deduciendo de esta figura, los oxígenos con valencia negativa se pueden unir con otras cadenas de ADN pero son estables por su fuerte vínculo con el fosfáto. Eso quiere decir que los 22 pares de cromosomas numerados (autosomas) de ADN más el par de cromosomas masculinos y femeninos permanecen estables.

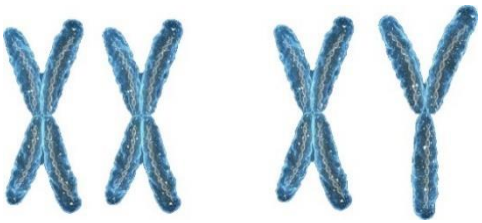


Figura 4.11.3b. cromosomas xx y xy

Eso quiere decir que los dos pronúcleos con sus 22 pares de cromosomas con ADN numerados (autosomas) mas el par de cromosomas sexuales (XX femenino y XY masculino) ya desprovistos de membranas protectoras, frente a frente, en el centro del óvulo que normalmente se encuentra flotando en algún lugar en las

Trompas de Falopio, esperan el momento supremo, no tienen comunicación ni hay ningún contacto con el sistema sanguíneo, nervioso o linfático en el organismo de la madre.

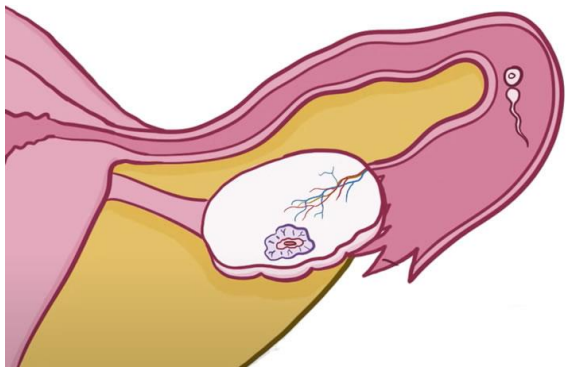


Figura 4.11.3c. Localización del óvulo femenino en las Trompas de Falopio

Esto ocurre dentro del organismo de la mujer, no hay conexiones nerviosas, no hay nada excepto los dos elementos que esperan para mezclar sus componentes, dando paso a una nueva vida,

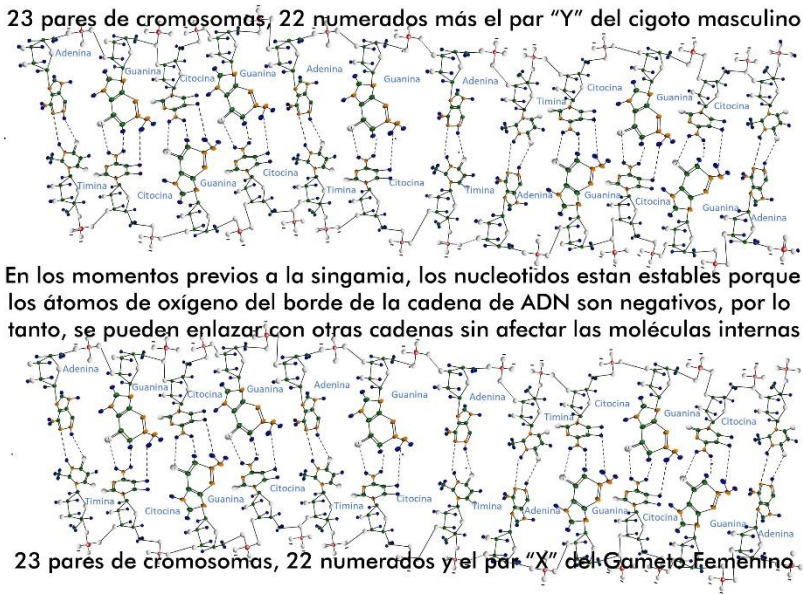


Figura 4.11.4. El ADN masculino y el femenino se encuentran

Hay que tener en cuenta que en ese momento supremo, entre la singamia y la anfimixis, sucede algo inexplicable, nos damos cuenta de que existe algún tipo de energía o fuerza especial que le dá inicio

a esa nueva vida, al generar algún tipo de energía que hace que un oxígeno reaccione emitiendo fotones que ionizan los oxígenos que a su vez afectan al fosfato, produciendo una reacción en cadena, También es evidente que esa fuerza o energía, se quedará como una fuente generadora de señales eléctricas independiente del sistema nervioso de la madre, que hace funcionar el nuevo organismo y que acompaña al nuevo ser hasta su muerte.

Según el concepto de muchos científicos, la singamia y la anfimixis son eventos físico-químicos aleatorios, pero si analizamos la población mundial hoy es de 8 mil millones aproximadamente, suponiendo que existan mil millones de parejas y de esas, 500 millones en edad reproductiva (6,25%) que se aparean un promedio de 3 veces por semana, contando que la mujer tiene un período de fertilidad equivalente en promedio a una semana al mes, nos darían 18.000.000.000 de apareamientos al año, 49.315.068 por día, 2.054.794 por hora y 34.246 por minuto.

Ahora veamos que, verificando la tasa de crecimiento de la población según las Naciones Unidas, está establecida en el 1.1% anual, eso quiere decir que hay un promedio de 241.095 nacimientos diarios, que equivalen a 10.045 cada hora o sean 167 nacimientos cada minuto, entonces el porcentaje de nacimientos, teniendo en cuenta la fertilidad efectiva de la mujer es del 0,4876 %, valor sumamente pequeño, lo que nos deja en evidencia que de cada mil apareamientos exitosos con mujeres en su período fértil, o sea que los óvulos tienen la posibilidad de recibir el espermatozoide fecundador con el consecuente encuentro entre los dos ADN, solamente se hacen efectivas menos de 5 fecundaciones de cada mil apareamientos con condiciones propicias para la fecundación, en promedio.

Estas cifras, para demostrar lo casual y especial de dicho acontecimiento, agregando a eso el hecho de cómo funciona nuestro organismo y la innegable existencia de un activador que es el que le da inicio a todas las funciones metabólicas.

Con esa energía ya en funcionamiento, comienza la primera división mitótica de la segmentación del cigoto. En todos los organismos la procreación se realiza a partir del momento que es llamado de “Anfimixis”, del griego “Anfi” (dos lados o partes), Mixis (Mezclar,

revolver, juntar), cuando el Gameto (espermatozoide, cigoto) masculino entra en el Gameto (Ovulo) femenino, en las plantas se produce igual, el polen contiene los cigotos y los estigmas de las flores que son los gametos, cuando ambas partes se juntan, se produce un fenómeno inexplicable, hay algo que activa el proceso y no es ninguna especie de energía conocida, ni física ni química.

*** : Efecto de la energía o fuerza vital**

Entonces tenemos que en el momento en el que entra a actuar ese algo, aún no explicado adecuadamente, es como una nueva energía (la llamaremos de "Energía o fuerza Vital") algo que, no conocemos y que evidentemente provoca la reacción en todos los cromosomas presentes (23 pares masculinos y 23 pares femeninos que tenemos los seres humanos).

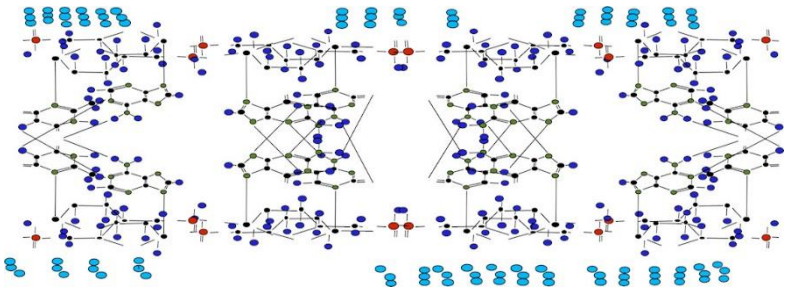


Figura 4.11.5. Al entrar esa energía, los oxígenos se separan ionizados

Ese destello o impulso que impacta a los electrones de oxígeno, aumentando su carga positiva que lo obliga a expulsar fotones para estabilizarse, generando una reacción en cadena que produce el proceso de ionización o posiblemente de ozonización de todos los átomos de oxígeno que se separan por unos instantes, liberando las macromoléculas del ADN.

En ese momento actúan todas las energías presentes, pero ya independientes de la energía vital de los padres, influye la energía magnética relacionada con la posición de la tierra respecto al sol, la luna y los demás planetas cuyas fuerzas magnéticas que tienen un efecto directo sobre la ubicación de los terminales de las bases nitrogenadas (Purinas y Piridiminas) determinando la forma como se acomodan para darle forma al ADN del nuevo ser, manteniendo

algunas características hereditarias, pero en general, totalmente diferente al ADN de los padres.

Figura 4.11.6. Al reagruparse, le dan forma al ADN del nuevo ser.

Al reagruparse los oxígenos, crean un nuevo ADN (eran en total 46 pares de cromosomas), de los que se acomodan 22 pares cromosomas numerados y el par de cromosomas sexuales que determinan el sexo del nuevo ser con una configuración diferente a la de los padres como cada ADN, en el proceso se pierde un fosfato, entonces y los restantes 23 pares de cromosomas conforman el ARN del nuevo ser quien lleva la memoria genética al Ribosoma, en ese momento también se forma el ADNm, donde completa el fosfato faltante para seguir replicando ese ADN indefinidamente), dando inicia al metabolismo en la nueva célula y esa fuerza vital continua en ese comando automático durante toda su vida.

La diferencia entre el ADN y el ARN es la molécula de Timina en el ADN que se convierte en Uracilo en el ARN y va al Ribosoma. La Energía magnética de los planetas, el sol y la luna en el momento de la Anfimixis, especialmente sobre los seres humanos, (Los horóscopos no tienen en cuenta este factor, toman la fecha y hora del nacimiento) determinan muchas características de los seres vivos.

El nuevo ser recibe parte de la herencia genética de sus padres que es incidental, más el efecto energético del momento de la procreación que se divide en dos partes, un factor directo a través de las características hereditarias comunes e independientes del estado de ánimo de los padres (emociones positivas o negativas) en

el momento de la cópula y otro factor indirecto recibido del estado energético magnético de los padres en ese momento.

Figura 4.11.7. El ADN forma la primera célula y el ARN va al Ribosoma

+ : La incógnita a resolver

En el metabolismo humano, la emisión de la señal para realizar todas esas tareas que pertenecen al inconsciente, que son repetitivas y permanentes, son activadas por el cerebro y eso nadie lo puede discutir, es el trabajo del sistema límbico combinado con el sistema nervioso y se comunica a través de las neuronas que transmiten señales eléctricas a través de las paredes celulares de las neuronas en el sistema nervioso (actividad electroquímica a través de iones de sodio, cloro, calcio que actúan sobre elementos químicos como el hierro o manganeso) según la función que sea su objetivo, también activados por las neuronas.

Al ser impactadas por la energía de los fotones, también pierden energía en forma de fotones que impactan los otros oxígenos produciendo una reacción en cadena que afectan a todas las moléculas integrantes del ADN que están descubiertas al perder su membrana protectora (Singamia).

Al recibir el efecto de esa energía que genera el nuevo ser (el azúcar, desoxirribosa y el mono fosfato tienen 5 oxígenos en total, los oxígenos se estabilizan formando $(O^3)_2$ separando los oxígenos unidos a las bases nitrogenadas (primera fase del metabolismo que genera el ARN y convierte el ATP en ADP).

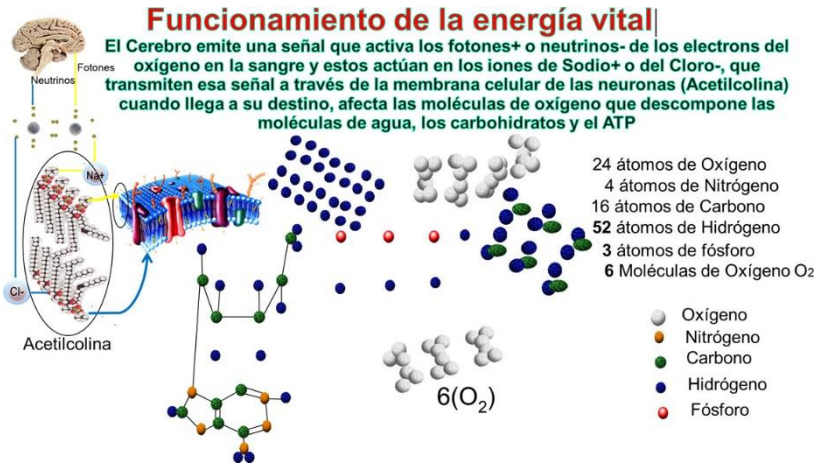


Figura 4.11.8. Funcionamiento de la energía vital

El ARN va a la mitocondria de la célula para continuar con el proceso que le adhieren el agua y el oxígeno presentes allí, además de una molécula de Porfirina y otra de Nicotinamida, necesaria para la segunda fase del metabolismo del nuevo ser (revierte el proceso, convierte el ADP en ATP para continuar con el proceso).

Figura 4.11.9. Regeneración del ADP

En la mayoría de las eucariotas, las crestas forman tabiques aplanados perpendiculares al eje de la mitocondria, pero en algunos protistas tienen forma tubular o discoidal.

CAPÍTULO XII : El cerebro

El objetivo de este trabajo y cómo tema de reflexión, ya vimos como esos átomos interactúan en la naturaleza, demostrando esa energía que desencadena el fenómeno de la Anfimixis, que, a partir de ese momento, inicia un proceso de vida para el nuevo ser, independiente y único, una energía qué, es la que lo hace funcionar y que lo acompaña durante toda su vida, es una energía que se desenvuelve en una dimensión que existe pero que no conocemos, es una dimensión diferente a nuestro conocimiento.

*** : Como se forma el cerebro**

Dejamos la explicación en el momento de la Anfimixis, como sucede el proceso y los componentes químicos que le dan lugar a los fenómenos físicos que constituyen el nuevo ser, quedó claro, que esa energía se integra para quedarse, esa nueva célula con su ADN y ARN mensajero, comienzan un proceso de duplicación de las células en una sucesión constante de impulsos energéticos que dura toda la vida, pero siempre hay algo que genera la emisión de fotones por parte del oxígeno, que permite el funcionamiento en cadena de las moléculas de ATP, es la vida misma.

Figura 4.12.1. Desarrollo del feto

Esa pequeña célula se va a ir duplicando para formar el centro de comando del nuevo ser, que, obedeciendo la memoria genética, va formando todo alrededor de ese centro de comando, que finalmente va a quedar localizado en el hipotálamo y el Tálamo como

ordenadores del consciente y el inconsciente que almacenan la información en el Neo córtex y en el Córtex que es la mayor parte del cerebro.

+ : **El Diencéfalo, centro de comando del nuevo ser**

Esa primera célula se va duplicando aceleradamente para ir conformando lo que será el diencéfalo y lo que posteriormente será el eje del sistema nervioso, que está compuesto por un sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico:

El diencéfalo es la única región del cerebro adulto que conserva su nombre desde el desarrollo embriológico. La etimología de la palabra diencéfalo se traduce como "a través del cerebro". Es la conexión entre el cerebro y el resto del sistema nervioso, con una excepción. El resto del cerebro, la médula espinal y el SNP (Sistema Nervioso Periférico) envían información al cerebro a través del diencéfalo. La salida del cerebro pasa por el diencéfalo.

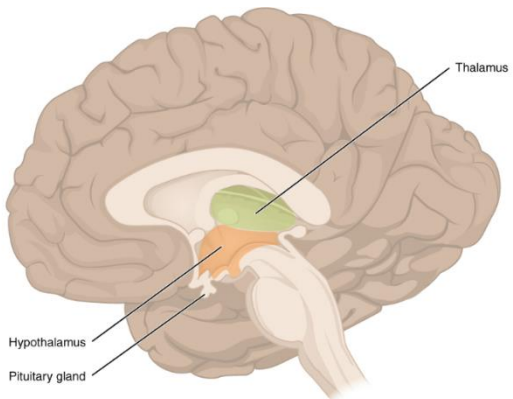


Figura 4.12.1A El Diencéfalo (CC-BY-4.0, OpenStax, Anatomía Humana)

La única excepción es el sistema asociado con el olfato, o el sentido del olfato, que conecta directamente con el cerebro. En las primeras especies de vertebrados, el cerebro no era mucho más que bulbos olfativos que recibieron información periférica sobre el ambiente químico (llamarlo olor en estos organismos es impreciso porque vivían en el océano).

El diencéfalo se encuentra en lo profundo del cerebro y constituye las paredes del tercer ventrículo. El diencéfalo puede describirse

como cualquier región del cerebro con “tálamo” en su nombre. Las dos regiones principales del diencéfalo son el tálamo mismo y el hipotálamo (Figura 4.12.1A). Existen otras estructuras, como el epítálamo, que contiene la glándula pineal, o el subtálamo, que incluye el núcleo subtalámico que forma parte de los núcleos basales.

El cerebro y la médula espinal forman el sistema nervioso central**.**

Y los nervios que se extienden por todo el cuerpo forman el sistema nervioso periférico**.**

El cerebro humano es increíblemente compacto, y solo pesa unas tres libras (unos 1.360 gramos). De todos modos, tiene muchos pliegues y surcos. Esto le da la superficie añadida que necesita para almacenar información importante para el cuerpo.

La médula espinal es una acumulación de tejido nervioso de unas 18 pulgadas (45 cm de largo) y 1/2 pulgada de grosor (poco más de 1 cm). Se extiende desde la parte inferior del cerebro hasta el final de la columna vertebral. A lo largo de todo su recorrido, los nervios se van ramificando hacia el resto del cuerpo.

Tanto el cerebro como la médula espinal están protegidos por huesos: el cerebro, por los huesos del cráneo, y la médula espinal, por una serie de huesos entrelazados en forma de anillo, llamados vértebras, que forman la columna vertebral. Ambos están protegidos y amortiguados por capas de unas membranas llamadas meninges, así como por un líquido especial conocido como líquido cefalorraquídeo. Este líquido ayuda a proteger el tejido nervioso, a mantenerlo sano y a eliminar sus productos de desecho.

*** : ¿Cuáles son las partes del cerebro?**

+ : **El sistema límbico**

La memoria genética de la primera célula después de desarrollar el Sistema básico de funcionamiento del nuevo organismo, desarrolla su centro de control en el Hipotálamo, luego genera el Tálamo, que es la base coordinadora del Sistema de memoria clasificatorio de la información (Sistema Límbico) y lo almacena en el Neocórtex que es un conjunto de bloques de neuronas que coordinaran todos los procesos conscientes e inconscientes.

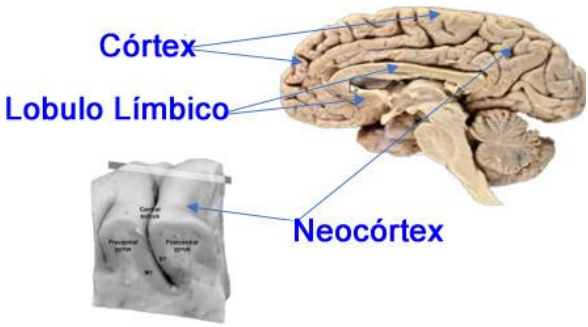


Figura 4.12.2. El cortex en el cerebro

La evolución del neocórtex en los mamíferos se considera un avance que permitió una función cognitiva superior. El desarrollo neurológico normal comprendido entre la embriogénesis y la madurez está caracterizado, por dos instancias: un proceso progresivo completando el Neocórtex y creando el Córtex que es seguido por un proceso regresivo. Primero la proliferación, la migración y la mielinación de células durante la embriogénesis y la infancia. Segundo, un proceso regresivo debido a la muerte de células (que tiene lugar en modo especialmente acentuado en los primeros meses de vida y luego a lo largo de toda la vida) y a la pérdida de conexiones sinápticas hacia la senectud.

Durante el desarrollo del neocórtex en el feto, las neuronas nacen en lo profundo del cerebro mediante divisiones celulares repetidas de las células progenitoras neurales. Las primeras neuronas nacidas en el neocórtex son las neuronas que forman la llamada capa de la subplaca. Después de generar las neuronas de la placa, los progenitores neurales generan grandes cantidades de neuronas excitadoras, que migran en masa hacia la superficie del cerebro, donde forman las diferentes capas del neocórtex.

En la parte interna del prosencéfalo se encuentran el tálamo, el hipotálamo y la hipófisis:

EL **TÁLAMO** se encarga de enviar los mensajes procedentes de los órganos sensoriales, como los ojos, los oídos, la nariz y los dedos, a la corteza cerebral.

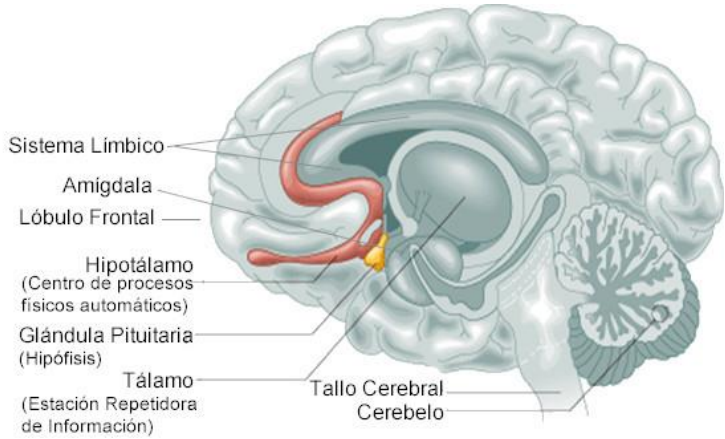


FIGURA 4.12.3. Corte longitudinal en el cerebro

El hipotálamo te controla el pulso, la sed, el apetito, los patrones de sueño y otros procesos que ocurren en tu cuerpo de forma automática, es el centro de control inconsciente.

El hipotálamo también controla la **hipófisis**, una glándula que fabrica las hormonas que controlan el crecimiento, el metabolismo, el equilibrio de agua y minerales, la maduración sexual y la respuesta al estrés.

Comparando con los computadores, es nuestra memoria de consulta ROM (Memoria de Solo Lectura, solo para consulta). El sistema conformado por las Amígdalas selectoras de memoria integrada a unos bulbos contenedores y comunicados entre si, por neuronas que procesan impulsos eléctricos o químicos que almacenan y permiten el acceso a la memoria localizada en el Córtex.

En las especies superiores, el sistema límbico se desarrolla mucho y crea un área que llamamos de “Córtex” para almacenar la información acumulada complementaria a la memoria de acceso, de esta manera distinguimos los olores (acceso) y en el córtex sabemos de qué es, si nos gusta o no, donde se consigue y si es bueno o malo.

La amígdala cerebral y el hipocampo fueron dos piezas clave del primitivo «cerebro olfativo» que, a lo largo del proceso evolutivo, terminó dando origen al córtex y posteriormente al neocortex. La amígdala tiene forma de almendra con estructuras interconectadas asentadas sobre el tronco cerebral. Hay dos amígdalas, una a cada

lado del cerebro. La nuestra es la más grande comparada con la de los primates.

El neocórtex representa la inmensa mayoría de la corteza cerebral. La estructura diferencial del neocórtex es microscópica y se caracteriza por poseer el mayor número de capas (numeradas como I a VI).

En los humanos el neocórtex representa el 90 % de la masa de toda la corteza cerebral, conteniendo un número mínimo estimado de 14 000 000 000 (catorce mil millones) de neuronas. Mientras el neocórtex es liso en las ratas y otros pequeños mamíferos, tiene profundos surcos y circunvoluciones abultadas en los primates y otros mamíferos. Estos pliegues sirven para aumentar la superficie de la neocorteza dentro del volumen limitado del cráneo. El rápido crecimiento de la corteza humana durante el desarrollo, se acompaña de su plegamiento en una estructura altamente complicada: el giro o circunvolución. El proceso de plegamiento (girificación) es el mecanismo fundamental para maximizar el número de neuronas corticales y minimizar la distancia entre ellas.

El neocórtex tiene un grosor de 2-4 mm en el humano y presenta una estructura bastante uniforme, que está compuesta característicamente por seis capas,

+ : Macroarquitectura del Cerebro

El cerebro está compuesto por tres grandes partes: el prosencéfalo, el mesencéfalo y el robencéfalo.

El prosencéfalo (también conocido como "cerebro anterior") es la parte más voluminosa y compleja del cerebro. Está formado por el telencéfalo, el área con todos los pliegues y surcos que se suele ver en las ilustraciones del cerebro, así como por otras estructuras que hay debajo de él.

El mesencéfalo y el cerebro anterior (compuestos por los pones y la médula) se denominan colectivamente tronco encefálico (Figura 4.12.2.). La estructura emerge de la superficie ventral del prosencéfalo como un cono ahusado que conecta el cerebro con la médula espinal. Adherida al tronco encefálico, pero considerada una región separada del cerebro adulto, se encuentra el cerebelo. El

mesencéfalo coordina las representaciones sensoriales de los espacios perceptivos visuales, auditivos y somatosensoriales. El pons es la conexión principal con el cerebelo. Los pones y la médula regulan varias funciones cruciales, incluyendo los sistemas cardiovascular y respiratorio y las tasas.

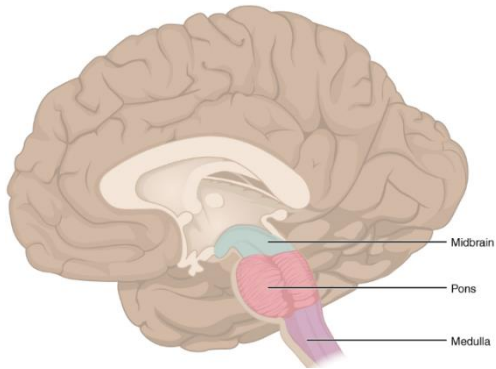


Figura 4.12.2. Brian Stem (CC-BY-4.0, OpenStax, Anatomía Humana)

El **telencéfalo** contiene la información que, básicamente, te convierte en quién eres: tu inteligencia, tu memoria, tu personalidad, tus emociones, tu habla y tu capacidad de sentir y de moverte. Áreas específicas del telencéfalo se encargan de procesar diferentes tipos de información. Se llaman lóbulos, y hay cuatro en total: el lóbulo frontal, el parietal, el temporal y el occipital.

El telencéfalo se divide en dos mitades, llamadas hemisferios. Están conectadas por la parte central mediante un haz de fibras nerviosas (el cuerpo calloso) que permite que se comuniquen entre sí. Aunque ambas mitades puedan parecer idénticas, como una imagen y su reflejo, muchos científicos creen que tienen funciones diferentes.

El hemisferio izquierdo se considera el lado lógico, analítico y objetivo.

El hemisferio derecho se considera el lado más intuitivo, creativo y subjetivo.

Por lo tanto, mientras haces cuentas, utilizas el hemisferio izquierdo. Pero, mientras escuchas música, utilizas el lado derecho del cerebro. Se cree que en algunas personas predomina más el hemisferio izquierdo o el hemisferio derecho, mientras que en otras no

predomina ningún hemisferio porque utilizan ambos hemisferios en la misma medida.

La capa más externa del telencéfalo se llama **córtex** o corteza cerebral (también conocida como la "materia gris"). La información recogida por los cinco sentidos llega al córtex cerebral. Después, esta información se envía a otras partes del sistema nervioso para su ulterior procesamiento. Por ejemplo, cuando tocas un horno caliente, no solo recibes el mensaje de que retires la mano, sino que esa información también se dirige a otras partes del cerebro para ayudarte a recordar que no vuelvas a tocar un horno caliente.

Mientras el neocórtex es liso en las ratas y otros pequeños mamíferos, tiene profundos surcos y circunvoluciones abultadas en los primates y otros mamíferos. Estos pliegues sirven para aumentar la superficie de la neocorteza dentro del volumen limitado del cráneo. El rápido crecimiento de la corteza humana durante el desarrollo, se acompaña de su plegamiento en una estructura altamente complicada: el giro o circunvolución. El proceso de plegamiento (girificación) es el mecanismo fundamental para maximizar el número de neuronas corticales y minimizar la distancia entre ellas.

El neocórtex tiene un grosor de 2-4 mm en el humano y presenta una estructura bastante uniforme, que está compuesta característicamente por seis capas

+ : **Microarquitectura del neocortex**

Citoarquitectura del neocórtex visual: al centro, numeración de las capas uno(I) a seis (VI)

Columna izquierda: somas de neuronas marcados por la tinción de Nissl en violeta. Histoquímica. La neocorteza está conformada por varios tipos de células bien diferenciadas, los oligodendrocitos, la microglía y las neuronas.

Las neuronas del neocórtex de los mamíferos son de dos tipos: inhibidoras y excitadoras, y muestran propiedades, conexiones y funciones específicas. Las estimaciones históricas del número de neuronas oscilaron entre 1 200 000 000 (mil doscientos millones) y 32 000 000 000 (treinta y dos mil millones) para toda la corteza

(hemisferios derecho e izquierdo combinados). En 1953, se calculaba un número de neuronas de 12 000 000 000-15 000 000 000 (doce mil millones a quince mil millones) en el telencéfalo. En 2003, el número total de neuronas en la neocorteza se estimó en 21 × 109 (21 000 000 000).

En 2008, se recalculó que había entre 21 000 000 000 y 26 000 000 000 (entre veintiún mil millones y veintiséis mil millones) de neuronas en la corteza cerebral. En 2009, se estimó que una corteza cerebral humana de 1200 g podría tener en total solamente 16 000 000 000 (dieciséis mil millones) de neuronas.

+ : Cerebro y neuronas

El número de neuronas en el cerebro varía drásticamente según la especie estudiada. Se estima que el cerebro humano posee en torno a $8{,}6 \times 10^{10}$ neuronas: es decir, unos cien mil millones. No obstante, *Caenorhabditis elegans*, un gusano nematodo de 1 mm de longitud, muy empleado como animal modelo, posee solo 302 neuronas; y la mosca de la fruta *(Drosophila melanogaster)*, unas 300 000, que bastan para permitir exhibir conductas complejas.

La fácil manipulación en el laboratorio de estas especies, cuyo ciclo de vida es muy corto y cuyas condiciones de cultivo poco exigentes, permiten a los investigadores científicos emplearlas para dilucidar el funcionamiento neuronal, puesto que el mecanismo básico de la actividad neuronal es común al de nuestra especie.

+ : Limitaciones cerebrales

Cualquier libro de texto sobre psicología estaría incompleto sin referencia al cerebro. Toda conducta, pensamiento o experiencia descrita en los otros módulos debe implementarse en el cerebro. Una comprensión detallada del cerebro humano puede ayudarnos a dar sentido a la experiencia y el comportamiento humanos. Por ejemplo, un hecho bien establecido sobre la cognición humana es que es limitada. No podemos hacer dos tareas complejas a la vez: No podemos leer y mantener una conversación al mismo tiempo, enviar mensajes de texto y conducir, o navegar por Internet mientras escuchamos una conferencia, al menos no con éxito o con seguridad. Ni siquiera podemos acariciarnos la cabeza y frotarnos el estómago al mismo tiempo (con excepciones, ver “Un cerebro dividido”). ¿Por

qué es esto? Muchas personas han sugerido que tales limitaciones reflejan el hecho de que los comportamientos se basan en el mismo recurso; si un comportamiento consume la mayor parte del recurso no queda suficiente recurso para el otro. Pero, ¿qué podría ser este recurso limitado en el cerebro?

Una resonancia magnética del cerebro humano que delimita tres estructuras principales: los hemisferios cerebrales, el tronco encefálico y el cerebelo.

Figura 4.12.3.: Una resonancia magnética del cerebro humano que delimita tres estructuras principales: los hemisferios cerebrales, el tronco encefálico y el cerebelo.

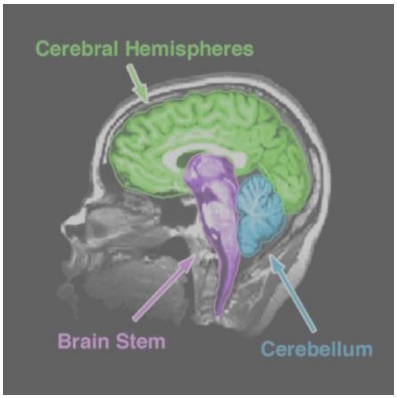


Figura 4.12.3. Una resonancia magnética del cerebro humano que delimita tres estructuras principales: los hemisferios cerebrales, el tronco encefálico y el cerebelo.

El cerebro utiliza oxígeno y glucosa, entregados a través de la sangre. El cerebro es un gran consumidor de estos metabolitos, utilizando 20% del oxígeno y calorías que consumimos a pesar de ser solo 2% de nuestro peso total. Sin embargo, mientras no estemos privados de oxígeno ni desnutridos, tenemos oxígeno y glucosa más que suficientes para alimentar el cerebro. Por lo tanto, un “combustible cerebral” insuficiente no puede explicar nuestra limitada capacidad.

Tampoco es probable que nuestras limitaciones reflejen muy pocas neuronas. El cerebro humano promedio contiene 100 mil millones de neuronas. Tampoco es el caso de que usemos solo el 10% de nuestro cerebro, mito que probablemente empezó a implicar que

teníamos potencial sin explotar. La neuroimagen moderna (ver "Estudiar el cerebro humano") ha demostrado que utilizamos todas las partes del cerebro, solo en diferentes momentos, y ciertamente algo más del 10% en todo momento.

Si tenemos abundancia de combustible cerebral y neuronas, ¿cómo podemos explicar nuestras limitadas capacidades cognitivas? ¿Por qué no podemos hacer más a la vez? La explicación más probable es la forma en que estas neuronas están conectadas. Sabemos, por ejemplo, que muchas neuronas en la corteza visual (la parte del cerebro responsable del procesamiento de la información visual) están conectadas de tal manera que se inhiben entre sí (Beck & Kastner, 2009). Cuando una neurona dispara, suprime el disparo de otras neuronas cercanas. Si dos neuronas que están conectadas de manera inhibitoria ambas disparan, entonces ninguna neurona puede disparar tan vigorosamente como lo haría de otra manera.

Este comportamiento competitivo entre las neuronas limita la cantidad de información visual a la que puede responder el cerebro al mismo tiempo. Tipos similares de cableado competitivo entre neuronas pueden ser la base de muchas de nuestras limitaciones. Por lo tanto, aunque hablar de recursos limitados proporciona una descripción intuitiva de nuestro comportamiento de capacidad limitada, una comprensión detallada del cerebro sugiere que nuestras limitaciones probablemente reflejen la forma compleja en que las neuronas se hablan entre sí en lugar del agotamiento de cualquier recurso específico.

Capítulo XIII : El cerebro y el sistema nervioso

El cerebro es la parte más compleja del cuerpo humano. Es el centro de la conciencia y también controla todos los movimientos voluntarios e involuntarios y funciones corporales. Se comunica con cada parte del cuerpo a través del sistema nervioso, una red de canales que transportan señales electroquímicas.

*** : Aspectos biológicos de la psicología**

En el siglo XIX un científico alemán llamado Ernst Weber realizó varios experimentos destinados a investigar cómo las personas perciben el mundo a través de sus propios cuerpos (Hernstein & Boring, 1966). Es obvio que usamos nuestros órganos sensoriales — nuestros ojos, oídos y nariz— para asimilar y comprender el mundo que nos rodea. Weber estaba particularmente interesado en el sentido del tacto. Usando una brújula de dibujo colocó los dos puntos muy separados y los puso en la piel de un voluntario. Cuando los puntos estaban muy separados los participantes de la investigación podían distinguir fácilmente entre ellos.

A medida que Weber repitió el proceso con puntos cada vez más cercanos, sin embargo, la mayoría de la gente perdió la capacidad de decir la diferencia entre ellos. Weber descubrió que la capacidad de reconocer estas “diferencias apenas perceptibles” dependía de en qué parte del cuerpo se colocara la brújula. Tu espalda, por ejemplo, es mucho menos sensible al tacto que la piel de tu rostro. De igual manera, ¡la punta de tu lengua es extremadamente sensible! De esta manera, Weber comenzó a arrojar luz sobre la manera en que los nervios, el sistema nervioso y el cerebro forman la base biológica de los procesos psicológicos.

Figura 4.13.1. Medición de “diferencias apenas perceptibles”, Las puntas de una brújula de dibujo tocan dos lugares en un brazo desdibujado.

En este módulo exploraremos el lado biológico de la psicología prestando especial atención al cerebro y al sistema nervioso. Comprender el sistema nervioso es vital para entender la psicología en general. Es a través del sistema nervioso que experimentamos placer y dolor, sentimos emociones, aprendemos y usamos el lenguaje, y planificamos metas, solo por nombrar algunos ejemplos. En las páginas que siguen comenzaremos examinando cómo se desarrolla el sistema nervioso humano y luego aprenderemos sobre las partes del cerebro y cómo funcionan. Concluiremos con una sección sobre cómo los psicólogos modernos estudian el cerebro.

Cabe mencionar aquí, al inicio, que una introducción a los aspectos biológicos de la psicología puede ser tanto el más interesante como el más frustrante de todos los temas para los nuevos estudiantes de psicología. Esto se debe, en gran parte, a que hay tanta información nueva por aprender y nuevo vocabulario asociado a todas las diversas partes del cerebro y del sistema nervioso. De hecho, ¡hay 30 palabras clave de vocabulario presentadas en este módulo! Te animamos a que no te empantanes en palabras difíciles. En cambio, presta atención a los conceptos más amplios, tal vez incluso saltando el vocabulario en tu primera lectura. Es útil volver a través de una segunda lectura, una vez que ya estés familiarizado con el tema, con atención al aprendizaje del vocabulario.

+ : Desarrollo del sistema nervioso a lo largo de la vida humana

Como especie, los humanos han evolucionado un sistema nervioso y cerebro complejos a lo largo de millones de años. Las comparaciones de nuestros sistemas nerviosos con los de otros animales, como los chimpancés, muestran algunas similitudes (Darwin, 1859). Los investigadores también pueden utilizar fósiles para estudiar la relación entre el volumen cerebral y el comportamiento humano a lo largo de la historia evolutiva. Homo habilis, por ejemplo, un antepasado humano que vive hace unos 2 millones de años muestra un volumen cerebral mayor que sus propios antepasados, pero mucho menos que el homo sapiens moderno. La principal diferencia entre humanos y otros animales —en términos de desarrollo cerebral— es que los humanos tienen una corteza frontal mucho más desarrollada (la parte frontal del cerebro asociada con la planificación).

Curiosamente, el sistema nervioso único de una persona se desarrolla a lo largo de su vida de una manera que se asemeja a la evolución del sistema nervioso en los animales a lo largo de vastos tramos de tiempo. Por ejemplo, el sistema nervioso humano comienza a desarrollarse incluso antes de que nazca una persona. Comienza como un simple haz de tejido que se forma en un tubo y se extiende a lo largo del plano cabeza a cola convirtiéndose en la médula espinal y el cerebro. A los 25 días de su desarrollo, el embrión tiene una médula espinal distinta, así como el cerebro posterior, el mesencéfalo y el prosencéfalo (Stiles & Jernigan, 2010). ¿Qué, exactamente, es este sistema nervioso que se está desarrollando y qué hace?

El sistema nervioso puede pensarse como la red de comunicación del cuerpo que consiste en todas las células nerviosas. Hay muchas maneras en las que podemos dividir el sistema nervioso para entenderlo más claramente. Una forma común de hacerlo es analizándolo en el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico. Cada uno de estos puede ser subdividido, a su vez. Echemos un vistazo más de cerca, más profundo a cada uno. Y, no te preocupes, el sistema nervioso se complica con muchas partes y muchas palabras nuevas de vocabulario. Puede parecer abrumador

al principio, pero a través de las cifras y un poco de estudio lo puedes conseguir.

*** : El Sistema Nervioso Central (SNC): Las neuronas dentro del cerebro**

El Sistema Nervioso Central, o SNC para abreviar, está formado por el cerebro y la médula espinal (ver Figura 4.13.2).

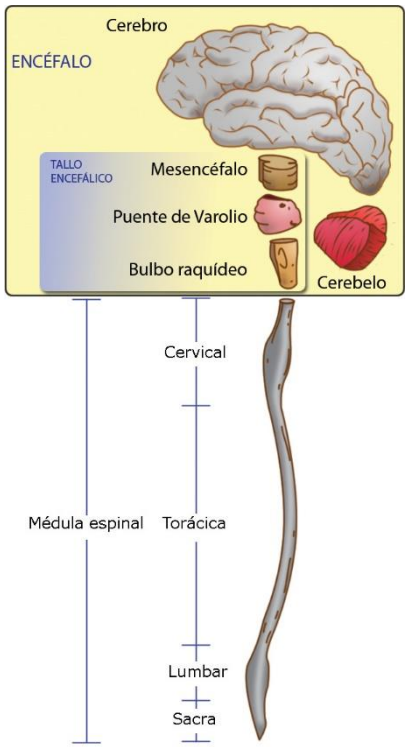


Figura 4.13.2. El sistema nervioso central

El SNC es la porción del sistema nervioso que está encerrada en el hueso (el cerebro está protegido por el cráneo y la médula espinal está protegida por la columna vertebral). Se le conoce como "central" porque es el cerebro y la médula espinal los principales responsables de procesar la información sensorial —tocar una estufa caliente o ver un arco iris, por ejemplo— y enviar señales al sistema nervioso periférico para que actúen. Se comunica en gran medida enviando señales eléctricas a través de células nerviosas individuales que conforman los bloques fundamentales del sistema

nervioso, llamadas neuronas. Hay aproximadamente 100 mil millones de neuronas en el cerebro humano y cada una tiene muchos contactos con otras neuronas, llamadas sinapsis (Brodal, 1992).

Si fuéramos capaces de magnificar una vista de neuronas individuales veríamos que son células hechas de distintas partes (ver Figura 4.13.3). Los tres componentes principales de una neurona son las dendritas, el soma y el axón. Las neuronas se comunican entre sí al recibir información a través de las dendritas, que actúan como antena. Cuando las dendritas canalizan esta información al soma, o cuerpo celular, se acumula como una señal electroquímica. Esta parte eléctrica de la señal, llamada potencial de acción dispara hacia abajo el axón, una larga cola que se aleja del soma y se dirige hacia la siguiente neurona. Cuando la gente habla de "nervios" en el sistema nervioso, generalmente se refiere a haces de axones que forman largos cables neuronales a lo largo de los cuales las señales eléctricas pueden viajar. La comunicación célula a célula se ve favorecida por el hecho de que el axón está cubierto por una vaina de mielina, una capa de células grasas que permiten que la señal viaje muy rápidamente de neurona en neurona (Kandel, Schwartz & Jessell, 2000)

Diagrama de dos neuronas con partes etiquetadas: dendritas, núcleo, soma, axón, (vía de) potencial de acción, nodos de Ranvier, vaina de mielina y sinapsis.

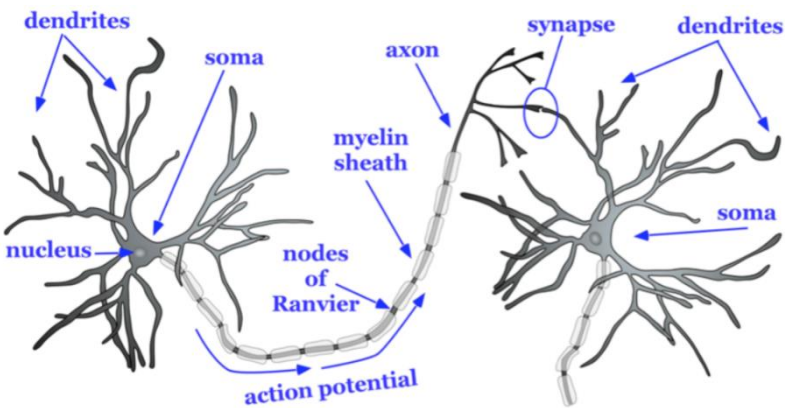


Figura 4.13.3. Las partes de una neurona

Si tuviéramos que acercarnos aún más, podríamos echar un vistazo más de cerca a la sinapsis, el espacio entre neuronas (ver Figura 4.13.4). Aquí, veríamos que hay un espacio entre neuronas, llamado la brecha sináptica. Para darle un sentido de escala podemos comparar la brecha sináptica con el grosor de una moneda de diez centavos, la más delgada de todas las monedas americanas (aproximadamente 1.35 mm). ¡Podrías apilar aproximadamente 70,000 huecos sinápticos en el grosor de una sola moneda!

A medida que el potencial de acción, la señal eléctrica llega al final del axón, se liberan pequeños paquetes de químicos, llamados neurotransmisores. Esta es la parte química de la señal electroquímica. Estos neurotransmisores son las señales químicas que viajan de una neurona a otra, permitiéndoles comunicarse entre sí. Hay muchos tipos diferentes de neurotransmisores y cada uno tiene una función especializada. Por ejemplo, la serotonina afecta el sueño, el hambre y el estado de ánimo. La dopamina se asocia con la atención, el aprendizaje y el placer (Kandel & Schwartz, 1982)

Una exhibición de cómo se comunican las neuronas usando neurotransmisores como se describe en el texto.

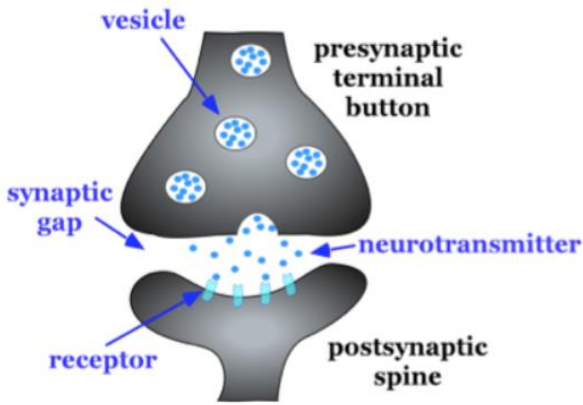


Figura 4.13.4. Una vista de la sinapsis entre neuronas

Es increíble darse cuenta de que cuando piensas, cuando te acercas a tomar un vaso de agua, cuando te das cuenta de que tu mejor amigo es feliz, cuando intentas recordar el nombre de las partes de una neurona, ¡lo que estás experimentando son en realidad impulsos electroquímicos disparando entre los nervios!

+ : Sistema nervioso central: mirando el cerebro como un todo

Si volviéramos a alejar el zoom y volver a mirar el sistema nervioso central veríamos que el cerebro es la mayor parte individual del sistema nervioso central. El cerebro es la sede de todo el sistema nervioso y es aquí donde se lleva a cabo la mayor parte de tu percepción, percepción, pensamiento, conciencia, emociones y planeación. Para muchas personas el cerebro es tan importante que existe la sensación de que está ahí —dentro del cerebro— donde se localiza el sentido de sí mismo de una persona (a diferencia de estar principalmente en los dedos de los pies, por el contrario). El cerebro es tan importante, de hecho, que consume el 20% del oxígeno total y las calorías que consumimos a pesar de que es solo, en promedio, alrededor del 2% de nuestro peso total.

Es útil examinar las diversas partes del cerebro y comprender sus funciones únicas para tener una mejor idea del papel que juega el cerebro. Comenzaremos por mirar áreas muy generales del cerebro y luego acercaremos y miraremos partes más específicas. Los anatomistas y neurocientíficos suelen dividir el cerebro en porciones en función de la ubicación y función de varias partes del cerebro. Entre las formas más sencillas de organizar el cerebro es describirlo como que tiene tres porciones básicas: el cerebro posterior, mesencéfalo y prosencéfalo. Otra forma de ver el cerebro es considerar el tronco encefálico, el cerebelo y el Cerebro. Hay otra parte, llamada el Sistema Límbico que está menos bien definida. Se compone de una serie de estructuras que son “subcorticales” (existentes en el cerebro posterior) así como regiones corticales del cerebro (ver Figura 4.13.5.).

El tronco encefálico es la estructura más básica del cerebro y se encuentra en la parte superior de la columna vertebral y la parte inferior del cerebro. A veces se le considera la parte “más antigua” del cerebro porque podemos ver estructuras similares en otros animales menos evolucionados como los cocodrilos. Está a cargo de una amplia gama de funciones muy básicas de “soporte vital” para el cuerpo humano, incluyendo la respiración, la digestión y los latidos del corazón. Sorprendentemente, el tronco encefálico envía las señales para mantener estos procesos funcionando sin problemas sin ningún esfuerzo consciente en nuestro nombre.

El sistema límbico es una colección de estructuras neuronales altamente especializadas que se asientan en la parte superior del tronco encefálico, las cuales están involucradas en la regulación de nuestras emociones. Colectivamente, el sistema límbico es un término que no tiene áreas claramente definidas, ya que incluye regiones del prosencéfalo, así como regiones del cerebro posterior. Estos incluyen la amígdala, el tálamo, el hipocampo, la corteza de la insula, la corteza cingulada anterior y la corteza prefrontal. Estas estructuras influyen en el hambre, el ciclo sueño-vigilia, el deseo sexual, el miedo y la agresión, e incluso la memoria.

El cerebelo es una estructura en la parte posterior del cerebro. Aristóteles se refirió a él como el "cerebro pequeño" por su apariencia y está principalmente involucrado con el movimiento y la postura, aunque también se asocia con una variedad de otros procesos de pensamiento. El cerebelo, al igual que el tronco encefálico, coordina acciones sin necesidad de ninguna conciencia consciente.

Un modelo muestra una sección transversal del cerebro humano con áreas etiquetadas: corteza cerebral, sistema límbico, cerebelo y tronco encefálico

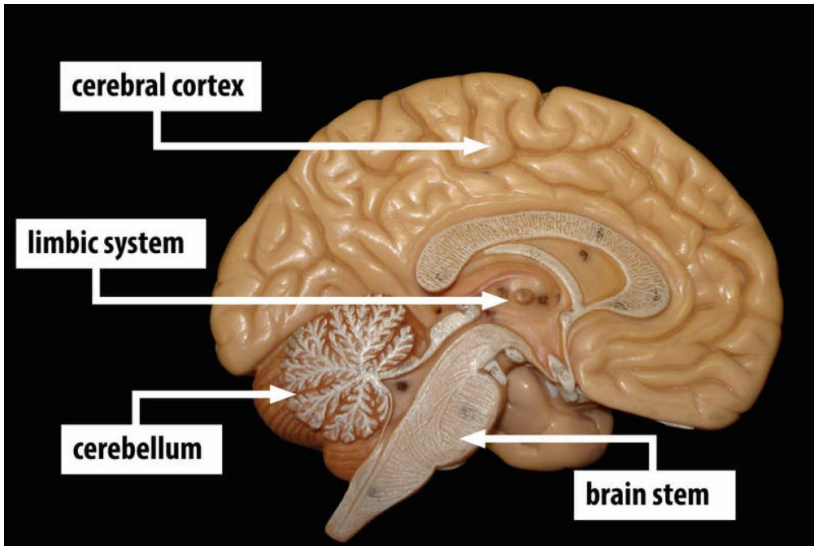


Figura 4.13.5. Áreas generales del cerebro [Imagen: Rincón de Biología, https://goo.gl/wKxUgg, CC-BY-NC-SA 2.0, https://goo.gl/Toc0ZF, etiquetas agregadas]

El cerebro (también llamado la “corteza cerebral”) es la porción “más nueva” del cerebro más avanzada. Los hemisferios cerebrales (los hemisferios izquierdo y derecho que componen cada lado de la parte superior del cerebro) están a cargo de los tipos de procesos que se asocian con más conciencia y control voluntario como hablar y planear, así como contener nuestras áreas sensoriales primarias (como ver, escuchar, sentimiento y movimiento). Estos dos hemisferios están conectados entre sí por un grueso haz de axones llamado cuerpo calloso. Hay casos en los que a las personas —ya sea por una anomalía genética o como resultado de una cirugía— se les ha cortado el cuerpo calloso para que las dos mitades del cerebro no puedan comunicarse fácilmente entre sí. Los raros pacientes con cerebro dividido ofrecen información útil sobre cómo funciona el cerebro. Por ejemplo, ahora entendemos que el cerebro es contralateral, o de lados opuestos. Esto significa que el lado izquierdo del cerebro se encarga de controlar una serie de funciones sensoriales y motoras del lado derecho del cuerpo, y viceversa.

Considera este ejemplo llamativo: Un paciente con cerebro dividido se sienta en una mesa y se puede colocar un objeto como la llave de un automóvil donde un paciente con cerebro dividido solo puede verlo a través del campo visual correcto. Las imágenes del campo visual derecho se procesarán en el lado izquierdo del cerebro y las imágenes del campo visual izquierdo se procesarán en el lado derecho del cerebro. Debido a que el lenguaje se asocia en gran medida con el lado izquierdo del cerebro el paciente que ve la llave del auto en el campo visual derecho cuando se le pregunta “¿Qué ves?” respondería: “Veo la llave de un auto”. Por el contrario, un paciente de cerebro dividido que solo vio la llave del automóvil en el campo visual izquierdo, así la información fue al lado derecho del cerebro que no es idioma, podría tener dificultades para hablar la palabra “llave del auto”. De hecho, en este caso, es probable que el paciente responda “No vi nada en absoluto”. Sin embargo, si se le pide que dibuje el artículo con la mano izquierda, un proceso asociado con el lado derecho del cerebro, ¡el paciente podrá hacerlo! Consulta los recursos externos a continuación para ver una demostración en video de este llamativo fenómeno.

Además de mirar el cerebro como un órgano que se compone de dos mitades también podemos examinarlo observando sus cuatro

lóbulos distintos de la corteza cerebral, la parte externa del cerebro (ver Figura 4.13.6.). Cada uno de estos está asociado a una función específica. El lóbulo occipital, ubicado en la parte posterior de la corteza cerebral, es la casa del área visual del cerebro. Puedes ver la carretera frente a ti cuando estás conduciendo, rastrear el movimiento de una pelota en el aire gracias al lóbulo occipital. El lóbulo temporal, ubicado en la parte inferior de la corteza cerebral, es donde se procesan los sonidos y los olores. El lóbulo parietal, en la parte superior posterior de la corteza cerebral, es donde se procesa el tacto y el gusto. Finalmente, el lóbulo frontal, ubicado en la parte delantera de la corteza cerebral, es donde se procesan los planes motores conductuales, así como se producen una serie de procesos altamente complicados que incluyen el uso del habla y el lenguaje, la resolución creativa de problemas y la planificación y organización.

Una ilustración del cerebro que muestra los cuatro lóbulos: lóbulo frontal, lóbulo temporal, lóbulo parietal y lóbulo occipital.

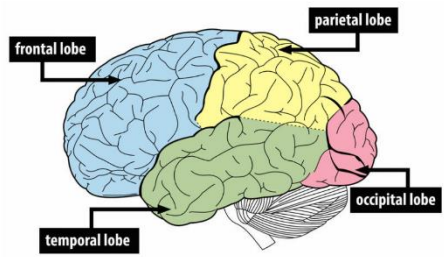


Figura 4.13.6. Los 4 lóbulos de la corteza cerebral

Un área particularmente fascinante en el lóbulo frontal se llama la “corteza motora primaria”. Esta tira que corre a lo largo del costado del cerebro está a cargo de movimientos voluntarios como despedirse, menear las cejas y besarse. Es un excelente ejemplo de la forma en que las diversas regiones del cerebro son altamente especializadas. Curiosamente, cada una de nuestras diversas partes del cuerpo tiene una porción única de la corteza motora primaria dedicada a ella (ver Figura 4.13.7). Cada dedo individual tiene aproximadamente tanto espacio cerebral dedicado como toda tu pierna. ¡Tus labios, a su vez, requieren tanto procesamiento cerebral dedicado como todos tus dedos y tu mano combinados!

Una ilustración muestra la corteza motora primaria y está etiquetada de extremo a extremo con diversas partes del cuerpo/reflejos - masticación, salivación, garganta, lengua, mandíbula, labios, cara, globos oculares, párpados, frente, cuello, pulgar, dígito II, dígito III, dígito IV, dígito V, mano, muñeca, codo, hombro, tronco, cadera, pierna, rodilla, tobillo, pies, dedos de los pies y genitales.

Debido a que la corteza cerebral en general, y el lóbulo frontal en particular, están asociados con funciones tan sofisticadas como planificar y ser conscientes de sí mismos, a menudo se les considera una porción superior y menos primaria del cerebro. En efecto, otros animales como las ratas y los canguros mientras sí tienen regiones frontales de su cerebro no tienen el mismo nivel de desarrollo en las cortezas cerebrales. Cuanto más cerca está un animal de los humanos en el árbol evolutivo, piense en chimpancés y gorilas, más desarrollada es esta porción de su cerebro.

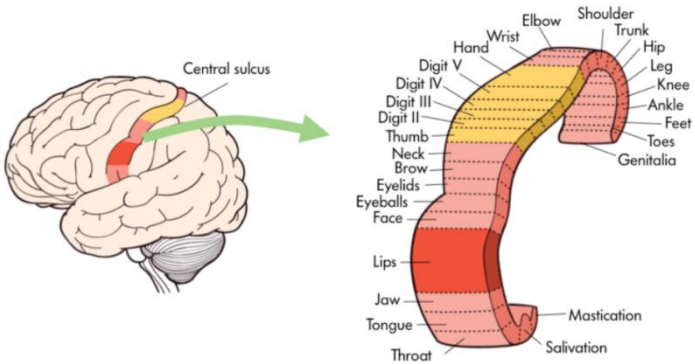


Figura 4.13.7: Partes específicas del cuerpo, como la lengua o los dedos, se mapean en ciertas áreas del cerebro, incluida la corteza motora primaria.

* : El Sistema Nervioso Periférico

Además del sistema nervioso central (el cerebro y la médula espinal) también hay una compleja red de nervios que viajan a cada parte del cuerpo. Esto se llama sistema nervioso periférico (SNP) y lleva las señales necesarias para que el cuerpo sobreviva (ver Figura 4.13.8). Algunas de las señales transportadas por el PNS están relacionadas con acciones voluntarias. Si quieres escribir un mensaje a un amigo, por ejemplo, tomas decisiones conscientes sobre qué letras van en qué orden y tu cerebro envía las señales apropiadas a tus dedos para

hacer el trabajo. Otros procesos, por el contrario, no son voluntarios. Sin tu conciencia tu cerebro también está enviando señales a tus órganos, tu sistema digestivo, y los músculos que te están sosteniendo en este momento con instrucciones sobre lo que deberían estar haciendo. Todo esto ocurre a través de las vías de tu sistema nervioso periférico.

Un gráfico muestra las partes del Sistema Nervioso Periférico. A la izquierda se encuentra el Sistema Nervioso Somático, conformado por nervios craneales y nervios espinales. Este sistema procesa la información sensorial y es responsable de los movimientos musculares voluntarios. A la derecha se encuentra el Sistema Nervioso Autonómico, conformado por el Sistema Nervioso Simpático y el Sistema Nervioso Parasimpático. Este sistema controla otros músculos y órganos viscerales.

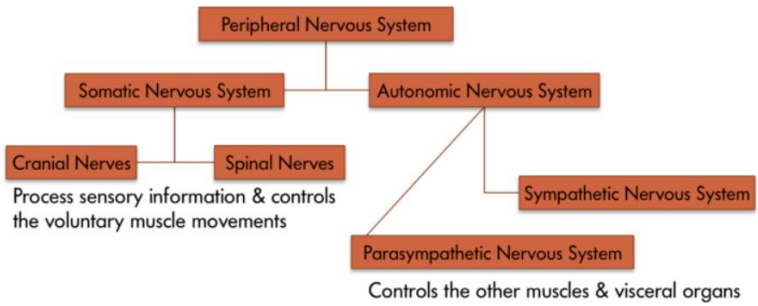


Figura 4.13.8: El sistema nervioso periférico

+ : Cómo estudiamos el cerebro

El cerebro es difícil de estudiar porque está alojado dentro del hueso grueso del cráneo. Además, es difícil acceder al cerebro sin lastimar o matar al dueño del cerebro. Como resultado, muchos de los primeros estudios del cerebro (y de hecho esto sigue siendo cierto hoy en día) se centraron en personas desafortunadas que por casualidad tuvieron daños en alguna área particular de su cerebro. Por ejemplo, en la década de 1880 un cirujano llamado Paul Broca realizó una autopsia a un ex paciente que había perdido sus poderes de expresión. Al examinar el cerebro de su paciente, Broca identificó una zona dañada, ahora llamada “Área de Broca”, en el lado izquierdo del cerebro (ver Figura 1.4.9) (AAAS, 1880). A lo largo de los años, varios investigadores han podido obtener información

sobre la función de regiones específicas del cerebro a partir de este tipo de pacientes.

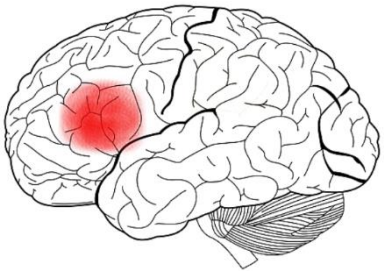


Figura 4.13.9. Área de Broca [Imagen: Charlyzon, goo.gl/1frq7d, CC BY-SA 3.0, goo.gl/Uhhola]

Una alternativa al examen de los cerebros o comportamientos de humanos con daño cerebral o lesiones quirúrgicas se puede encontrar en la instancia de los animales. Algunos investigadores examinan los cerebros de otros animales como ratas, perros y monos. Aunque los cerebros de los animales difieren de los cerebros humanos tanto en tamaño como en estructura, también hay muchas similitudes. El uso de animales para el estudio puede arrojar importantes conocimientos sobre la función cerebral humana.

En los tiempos modernos, sin embargo, no tenemos que depender exclusivamente del estudio de las personas con lesiones cerebrales. Los avances en la tecnología han llevado a técnicas de imagen cada vez más sofisticadas. Así como la tecnología de rayos X nos permite mirar dentro del cuerpo, las técnicas de neuroimagen nos permiten vislumbrar el cerebro en funcionamiento (Raichle,1994). Cada tipo de imagen utiliza una técnica diferente y cada una tiene sus propias ventajas y desventajas.

Una tomografía por PET del cerebro humano que muestra áreas de rojo, verde, azul, amarillo y morado: Un fMRI del cerebro humano que muestra diferentes tonos de gris.

La Tomografía por Emisión de Positrones (PET) registra la actividad metabólica en el cerebro al detectar la cantidad de sustancias radiactivas, que se inyectan en el torrente sanguíneo de una persona, el cerebro está consumiendo. Esta técnica nos permite ver cuánto usa un individuo una parte particular del cerebro mientras

está en reposo, o no realiza una tarea. Otra técnica, conocida como Resonancia Magnética Funcional (fMRI), se basa en el flujo sanguíneo. Este método mide los cambios en los niveles de oxígeno natural en la sangre.

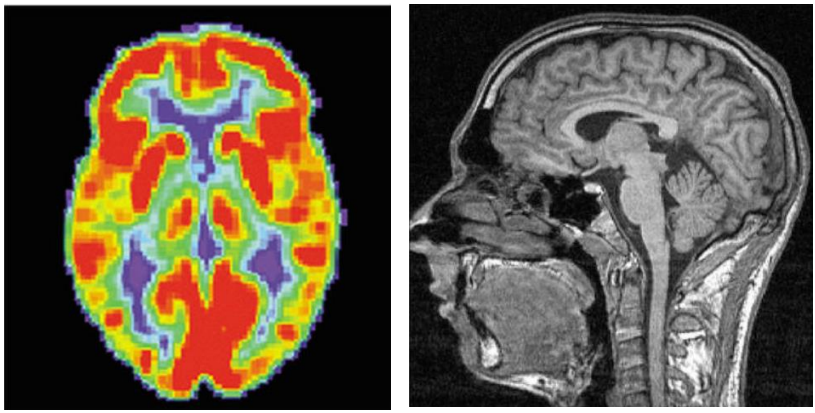


Figura 4.13.10: izquierda: Una exploración PET - Derecha: Una exploración fMRI [Imagen: Erik1980, goo.gl/Ywzlji, CC BY-SA 3.0, https://goo.gl/X3i0tq)

A medida que una región cerebral se activa, requiere más oxígeno. Esta técnica mide la actividad cerebral en base a este aumento del nivel de oxígeno. Esto significa que la fMRI no requiere que se inyecte una sustancia extraña en el cuerpo. Tanto los escáneres PET como los rMRI tienen una mala resolución temporal, lo que significa que no pueden decirnos exactamente cuándo ocurrió la actividad cerebral. Esto se debe a que la sangre tarda varios segundos en llegar a una porción del cerebro trabajando en una tarea.

Una técnica de imagen que tiene mejor resolución temporal es la Electroencefalografía (EEG), que mide la actividad cerebral eléctrica en lugar del flujo sanguíneo. Los electrodos se colocan en el cuero cabelludo de los participantes y son casi instantáneos en la captación de actividad eléctrica. Debido a que esta actividad podría provenir de cualquier parte del cerebro, sin embargo, se sabe que el EEG tiene una mala resolución espacial, lo que significa que no es exacto con respecto a la ubicación específica.

Otra técnica, conocida como Imagen Óptica Difusa (DOI), puede ofrecer una alta resolución temporal y espacial. DOI funciona brillando luz infrarroja en el cerebro. Puede parecer extraño que la

luz pueda pasar por la cabeza y el cerebro. Las propiedades de la luz cambian a medida que pasan por la sangre oxigenada y a través de neuronas activas. Como resultado, los investigadores pueden hacer inferencias sobre dónde y cuándo está ocurriendo la actividad cerebral.

A menudo se ha dicho que el cerebro se estudia a sí mismo. Esto significa que los humanos son excepcionalmente capaces de usar nuestro órgano más sofisticado para comprender nuestro órgano más sofisticado. Los avances en el estudio del cerebro y el sistema nervioso se encuentran entre los descubrimientos más emocionantes de toda la psicología. En el futuro, la investigación que vincule la actividad neuronal con actitudes y comportamientos complejos del mundo real nos ayudará a comprender la psicología humana e intervenir mejor en ella para ayudar a las personas.

This page titled 11.6: MODELOS- Cerebro 3D, Ventrículos, Rodajas de Cerebro Sagittal y Coronal, Torsos, Cabeza Sagittal is shared under a CC BY-SA license and was authored, remixed, and/or curated by Laird C. Sheldahl.

Las bibliotecas de LibreTexts funcionan con MindTouch® y son apoyadas por el Proyecto Piloto de Libros Abiertos del Departamento de Educación, la Oficina del Rector de la Universidad de California Davis, la Biblioteca de la Universidad de California Davis, el Programa de Soluciones de Aprendizaje Económicas de la Universidad del Estado de California, y Merlot. También reconocemos el apoyo anterior de la Fundación Nacional de Ciencias bajo las subvenciones números 1246120, 1525057, y 1413739. A menos que se indique lo contrario, el contenido de LibreTexts tiene licencia de CC BY-NC-SA 3.0. Legal.

CAPÍTULO XIV : Los órganos de los sentidos

*** : Recepción de las señales externas**

*** :** Figura 4.14.1. Órganos de los Sentidos.

El cuerpo humano tiene dos tipos básicos de sentidos, llamados sentidos especiales y sentidos generales. Los sentidos especiales tienen órganos sensoriales especializados que recopilan información sensorial y la convierten en impulsos nerviosos. Los sentidos especiales incluyen la visión para la cual los ojos son los órganos de los sentidos especializados, el oído (oídos), el equilibrio (oídos), el gusto (lengua) y el olfato (conductos nasales). Los sentidos generales, en contraste, están todos asociados con el sentido del tacto y carecen de órganos especiales de los sentidos. En cambio, la información sensorial sobre el tacto es recopilada por la piel y otros tejidos corporales, todos los cuales tienen funciones importantes

además de recopilar información sensorial. Si los sentidos son especiales o generales, sin embargo, todos ellos dependen de células llamadas receptores sensoriales.

+ : **Receptores Sensoriales**

Un receptor sensorial es una célula nerviosa especializada que responde a un estímulo en el ambiente interno o externo generando un impulso nervioso. Luego, el impulso nervioso viaja junto con el nervio sensorial (aferente) al sistema nervioso central para procesarlo y formar una respuesta.

Existen varios tipos diferentes de receptores sensoriales que responden a diferentes tipos de estímulos:

Los mecanorreceptores responden a fuerzas mecánicas como presión, rugosidad, vibración y estiramiento. La mayoría de los mecanorreceptores se encuentran en la piel y son necesarios para el sentido del tacto. Los mecanorreceptores también se encuentran en el oído interno donde son necesarios para los sentidos de la audición y el equilibrio.

Los termorreceptores responden a las variaciones de temperatura. Se encuentran principalmente en la piel y detectan temperaturas que están por encima o por debajo de la temperatura corporal.

Los nociceptores responden a estímulos potencialmente dañinos, los cuales generalmente se perciben como dolor. Se encuentran tanto en los órganos internos como en la superficie del cuerpo. Diferentes nociceptores se activan dependiendo del estímulo particular. Por ejemplo, algunos detectan calor o frío dañinos, otros detectan presión excesiva, y aún así, otros detectan productos químicos dolorosos como especias muy picantes en los alimentos.

Los fotorreceptores detectan y responden a la luz. La mayoría de los fotorreceptores se encuentran en los ojos y son necesarios para el sentido de la visión.

Los quimiorreceptores responden a ciertos químicos. Se encuentran principalmente en las papilas gustativas de la lengua, donde son necesarias para el sentido del gusto; y en las fosas nasales, donde son necesarias para el sentido del olfato.

La nariz, el oído y el ojo son órganos muy complejos, que poseen elaborados mecanismos destinados a recoger señales provenientes del mundo exterior, filtrarlas y concentrarlas sobre las superficies sensitivas, desde donde pueden desencadenar un efecto sobre el sistema nervioso. En cada uno de estos órganos el componente clave es el epitelio sensorial. A pesar de que el espacio ocupado por los epitelios sensoriales es pequeño comparado con todo el aparato accesorio, es la parte que más se ha conservado en la evolución, no solo de vertebrado a vertebrado, sino también entre vertebrados e invertebrados.

Vista, audición, olfato, gusto y tacto: Cómo recibe el cuerpo humano la información sensorial

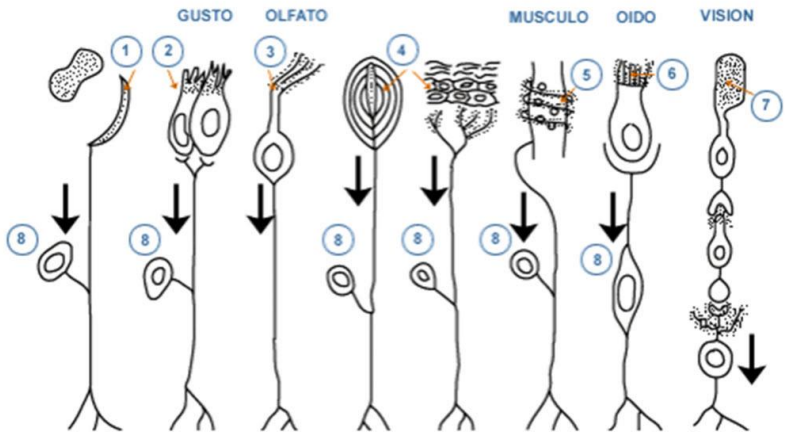


Figura 4.14.2. Los Sentidos, 1,2 Gusto, 3 Olfato, 4, Tacto, 5 Músculos, 6 Oído, 7 Visión, 8 Núcleos

El sistema nervioso debe recibir y procesar información sobre el mundo exterior a fin de reaccionar, comunicarse y mantener el cuerpo sano y seguro. Mucha de esta información proviene de los órganos sensoriales: los ojos, los oídos, la nariz, la lengua y la piel. Células y tejidos especializados en estos órganos reciben los estímulos sin procesar y los traduce en señales que el sistema nervioso puede utilizar. Los nervios transmiten las señales al encéfalo, que las interpreta como imágenes (visión), sonidos (audición), olores (olfato), gustos (gusto) y percepciones táctiles (tacto).

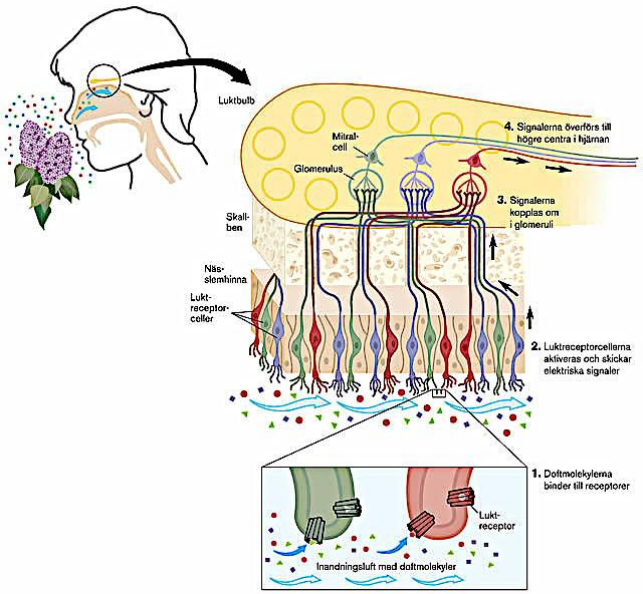
+ : Los epitelios sensoriales en los órganos de los sentidos

Los sentidos son el mecanismo fisiológico de la sensación, y permiten obtener información de lo que está a nuestro alrededor, así como determinados estados internos del organismo. Aunque tradicionalmente se hablaba de 5 sentidos hoy en día se distinguen más, puesto que los investigadores no se ponen totalmente de acuerdo en cuanto a su número y clasificación.

El estudio y clasificación de los sentidos se lleva a cabo, sobre todo las neurociencias, la psicología cognitiva y la FILOSOFÍA de la percepción.

* : Estructura general de los epitelios sensoriales

Un epitelio sensorial es (tejido animal, constituido por células yuxtapuestas, con poca sustancia intercelular, que recubre superficies expuestas, cavidades y conductos, además de realizar funciones secretoras, sensoriales y de absorción; tejido epitelial), que en general recubre diferentes superficies de los organismos, a menudo formando parte de un aparato complejo destinado a captar y procesar señales provenientes del ambiente que lo rodea.



Figuran 4.14.3. Epitelios sensoriales.

Los epitelios sensoriales están formados por células especializadas que cuentan con un mecanismo de transducción de señales que permiten convertir diferentes tipos de estímulos químicos o físicos provenientes del mundo externo en mensajes interpretables por otras células o tejidos del organismo, permitiendo de esta manera que los seres vivos puedan interactuar en forma rápida con su medio ambiente.

Dentro de cada epitelio sensorial existen células que actúan como transductores, convirtiendo las señales externas en señales eléctricas que pueden ser interpretadas por el sistema nervioso, llamadas neuronas sensoriales, y otros grupos de células que sirven de soporte o conforman diferentes tipos de glándulas. En la nariz, los transductores son las neuronas sensoriales olfatorias; en el oído, son las células ciliadas auditivas y en el ojo, radiorreceptores.

Todos estos tipos de células transductores son, sin embargo, células similares a neuronas. Cada una posee una estructura típica y especializada en su extremo apical que detecta los estímulos externos y los convierte en un cambio en el potencial de membrana, llamado potencial de acción. Y cada una de ellas hace sinapsis por su cara basal con neuronas que llevan la información sensitiva a sitios específicos del cerebro.

*** : Asiento de los corpúsculos gustativos, el gusto.**

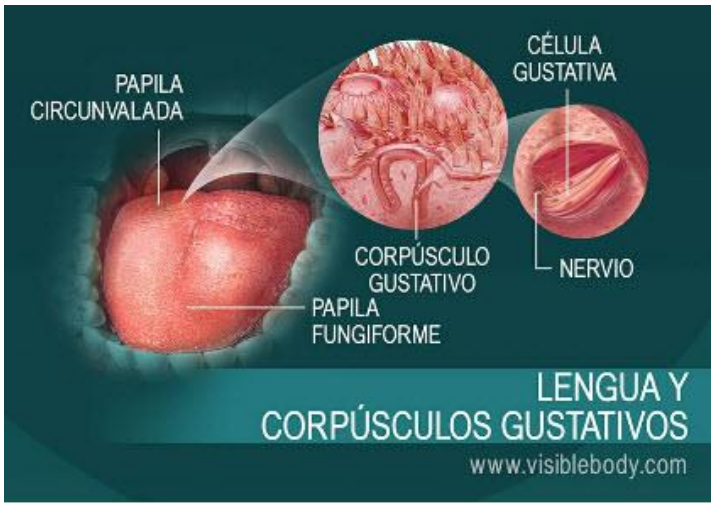


Figura 4.14.4. El Gusto

+ : **Salado, Dulce: la lengua es el principal órgano del gusto**

¿Qué son todos esos pequeños bultos en la parte superior de la lengua? Se denominan **papilas**. Muchas de ellas, incluidas las papilas circunvaladas (caliciformes) y las papilas fungiformes, contienen corpúsculos gustativos. Cuando comemos, sustancias químicas de los alimentos ingresan a las papilas y llegan a los corpúsculos gustativos.

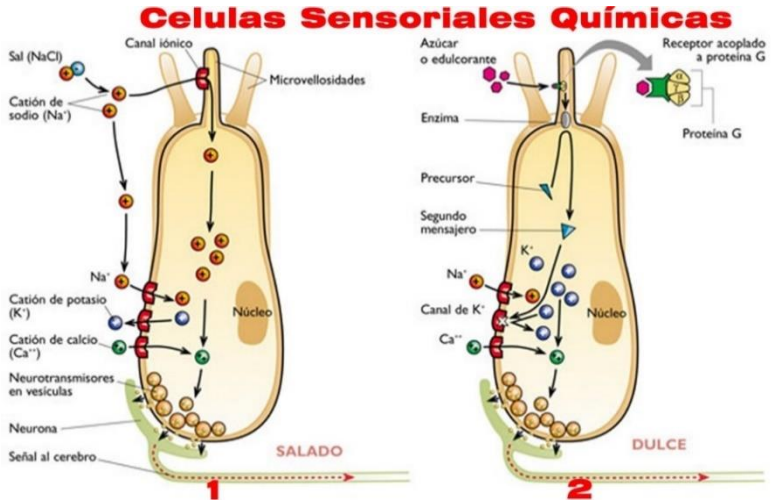


Figura 4.14.5. Células sensoriales químicas

Esas sustancias químicas (o sustancias sápidas) estimulan células gustativas especializadas dentro de los corpúsculos gustativos, con lo que activan receptores nerviosos. Los receptores envían señales a las fibras de los nervios facial, glosofaríngeo y vago. Estos nervios llevan las señales al bulbo raquídeo, la que las transmite al tálamo y la corteza cerebral del encéfalo que las interpreta de acuerdo con el código de señal memorizado que identifica el sabor y le asigna la respuesta como estímulo digestivo o rechazo. Identifica un número indeterminado de sabores asignando las sensaciones de respuesta que pueden enmarcarse en un cuadro demasiado complejo para ser explicado visualmente.

- **Salado.** La lengua contiene unos grupitos de células sensoriales, llamadas papilas gustativas, que reaccionan a las sustancias químicas de los alimentos.

- **Dulce.** Las papilas gustativas reaccionan a los sabores dulce, ácido, salado y amargo. Ellas son las encargadas de enviar mensajes a las áreas de la corteza cerebral encargadas de procesar el sabor.

*** : Olfato**

+ : **Sustancias químicas en el aire estimulan señales que el encéfalo interpreta como olores**

Figura 4.14.6. El Olfato

Se ha definido el olfato como un sentido químico en el que actúan como estimulantes, las partículas aromáticas u odoríferas desprendidas de los cuerpos volátiles que, a través del aire aspirado, entran en contacto con el epitelio olfativo situado en la profundidad de las fosas nasales detrás de la nariz. Comienza con receptores nerviosos especializados ubicados en estructuras similares a vellosidades, denominadas cilios. Cuando olemos o inhalamos por la nariz, algunas sustancias químicas que se encuentran en el aire se unen a estos receptores.

Esto desencadena una señal que viaja en dirección ascendente por una fibra nerviosa, a través del epitelio y la estructura ósea de la cabeza, hasta los bulbos olfatorios. Los bulbos olfatorios contienen cuerpos de células neuronales que transmiten información a través de los nervios craneales, que son extensiones de los bulbos olfatorios. Envían la señal hacia los nervios olfatorios, hacia el área olfatoria de la corteza cerebral.

- : Epitelio olfatorio

Las células receptoras olfatorias de la nariz son auténticas neuronas, que envían sus axones hasta el cerebro. Tienen una vida media de

solo uno o dos meses, de forma que continuamente son reemplazadas por nuevas células derivadas de las células madre del epitelio olfatorio.

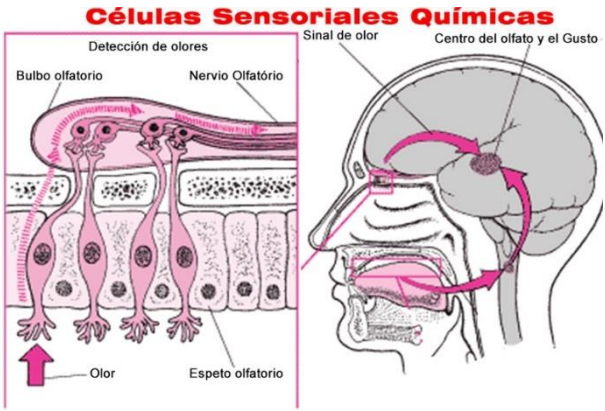


Figura 4.14.7. Epitelio olfativo gustativo.

Cada neurona olfatoria expresa una sola de los cientos de proteínas receptoras olfatorias distintas codificadas por los genes correspondientes. Los axones de todas las neuronas olfatorias que expresan la misma proteína olfatoria se dirigen a la misma "estación de paso", llamada coméroslo en el bulbo olfatorio del cerebro.

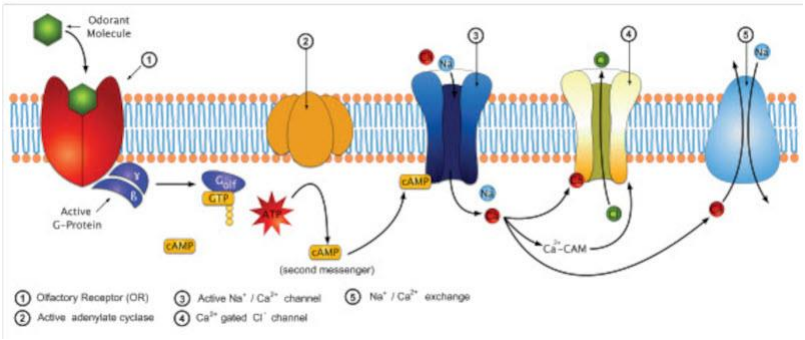


Figura 4.14.8. Descripción del proceso olfativo

Los olores suministran mucha información aleatoria al cerebro como la ubicación o vinculando los olores con hechos que generan impulsos nerviosos, siendo además un activador sexual importante.

*** : El tacto**

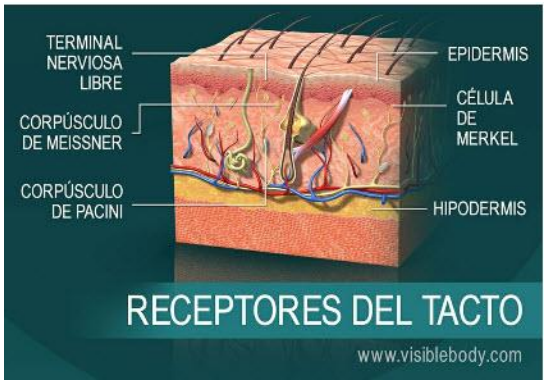


FIGURA 4.14.9. El Tacto

+ : **Receptores especializados en la piel envían señales del tacto al encéfalo**

La piel consta de tres capas principales de tejido: la capa externa (epidermis), la capa media (dermis) y la capa interna (hipodermis). Células receptoras especializadas que se encuentran en estas capas detectan las sensaciones táctiles y transmiten señales a través de nervios periféricos hacia el encéfalo.

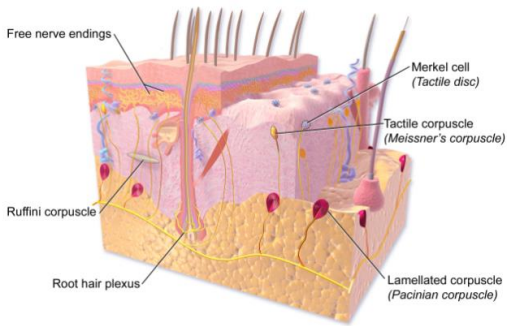


Figura 4.14.10. Los receptores táctiles en la piel incluyen terminaciones nerviosas libres, células de Merkel, corpúsculos de Meissner, corpúsculos pacinianos, plexos pilosos radiculares y corpúsculos de Ruffini. Cada tipo de receptor sensorial responde a un tipo diferente de estímulo táctil. Por ejemplo, las terminaciones nerviosas libres generalmente responden al dolor y a las variaciones de temperatura, mientras que las células de Merkel se asocian con la sensación de tacto ligero y la discriminación de formas y texturas.

La presencia y la ubicación de los diferentes tipos de receptores hacen que ciertas partes del cuerpo sean más sensibles. Por ejemplo,

las células de Merkel se encuentran en la región más interna de la epidermis de los labios, las manos y los genitales externos.

Los corpúsculos de Meissner se encuentran en la parte más superior de la dermis de la piel sin vello, como la yema de los dedos, los pezones y las plantas de los pies. Ambos receptores detectan el tacto, la presión y la vibración. Otros receptores del tacto incluyen los corpúsculos de Pacini, que también registran presión y vibraciones, y las terminales libres de nervios especializados que perciben el dolor, la picazón y las cosquillas.

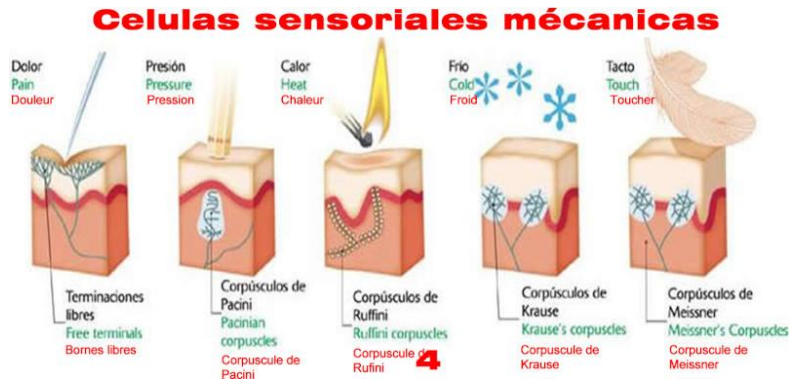


Figura 4.14.11. Células sensoriales mecánicas

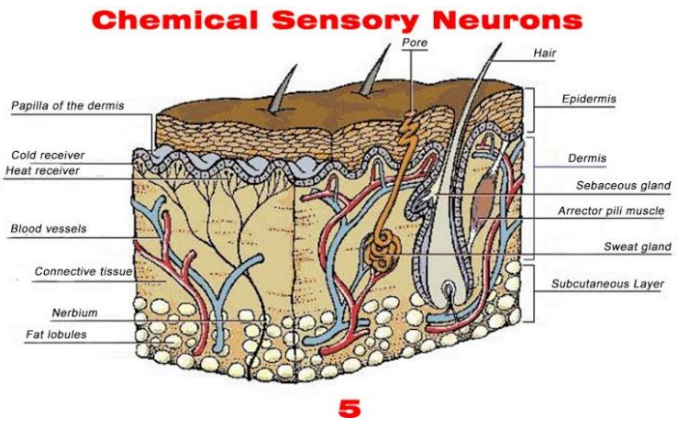


Figura 4 14 12, Células Sensoriales Químicas.

Dentro de cada epitelio sensorial existen células que actúan como transductores, convirtiendo las señales externas en señales eléctricas que pueden ser interpretadas por el sistema nervioso, llamadas neuronas sensoriales, y otros grupos de células que sirven

de soporte o conforman diferentes tipos de glándulas. En la nariz, los transductores son las neuronas sensoriales olfatorias; en el oído, son las células ciliadas auditivas y en el ojo, radiorreceptores.

Todos estos tipos de células transductores son, sin embargo, células similares a neuronas. Cada una posee una estructura típica y especializada en su extremo apical que detecta los estímulos externos y los convierte en un cambio en el potencial de membrana, llamado potencial de acción. Y cada una de ellas hace sinapsis por su cara basal con neuronas que llevan la información sensitiva a sitios específicos del cerebro.

El dolor es una sensación desagradable que puede ser causada por una variedad de factores. El dolor no está vinculado a un solo órgano de los sentidos, sino que es una respuesta del sistema nervioso a un estímulo que se percibe como dañino. Los receptores sensoriales actúan en la piel, el epitelio, el músculo esquelético, los huesos y articulaciones, órganos internos. Mientras que el tacto es considerado uno de los cinco sentidos tradicionales, la impresión del tacto está formada por varias modalidades.

*** : El Oído**

+ : **Utiliza huesos y líquido para transformar las ondas sonoras en señales sonoras**

Figura 4.14.13. El Oido

Música, risas, bocinas de los autos, todas llegan a los oídos como ondas sonoras por el aire. El oído externo actúa como embudo para

transportar las ondas por el canal auditivo (el meato acústico externo) hasta la membrana timpánica ("tímpano"). Las ondas sonoras golpean la membrana timpánica, y crea vibraciones mecánicas en la membrana. La membrana timpánica transfiere esas vibraciones a los tres pequeños huesos, conocidos también como huesecillos del oído, que se encuentran en la cavidad llena de aire del oído medio.

Esos huesos, el martillo, el yunque y el estribo, transportan las vibraciones y golpean contra la abertura al oído interno. El oído interno consiste en canales llenos de líquido, incluida la cóclea, con forma espiralada.

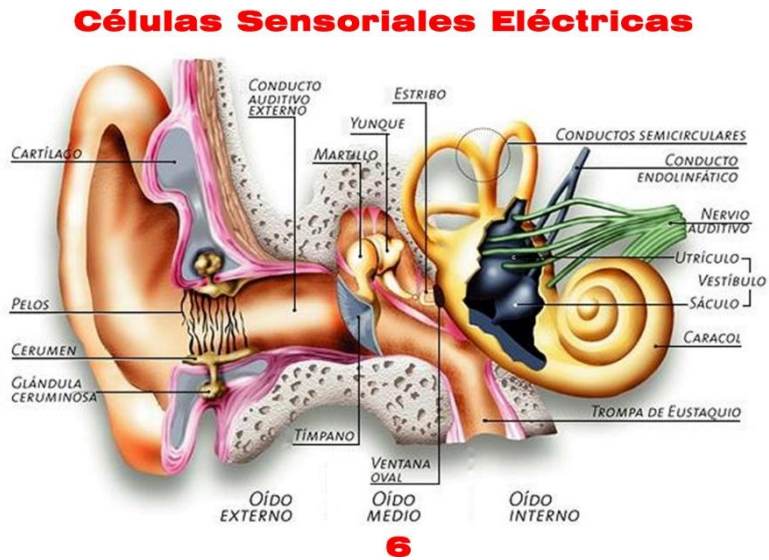


Figura 4.14.14. Descripción del oído.

Cuando se produce el golpe de los huesecillos, células pilosas especializadas que se encuentran en la cóclea detectan ondas de presión en el líquido. Activan receptores nerviosos, con lo que envían señales a través del nervio coclear hacia el encéfalo, el que interpreta las señales como sonidos.

El oído. Todos los sonidos que oyes son ondas sonoras que te entran por los oídos y hacen que te vibren los tímpanos. Esas vibraciones viajan a lo largo de la cadena de huesecillos del oído

medio y se transforman en señales nerviosas. La corteza cerebral procesa esas señales y te indica qué estás oyendo.

- : Epitelio auditivo

- Célula pilosa en reposo
- Sistemas de cilios (estereocilios)
- Canales de K^+ en la punta de los estereocilios
- Canales de Ca^{2+}
- Vesículas sinápticas con neurotransmisores
- Terminal nervioso aferente (se dirige al sistema nervioso)
- El sistema de estereocilios se desplaza en un sentido, lo cual provoca apertura de sus canales de K^+

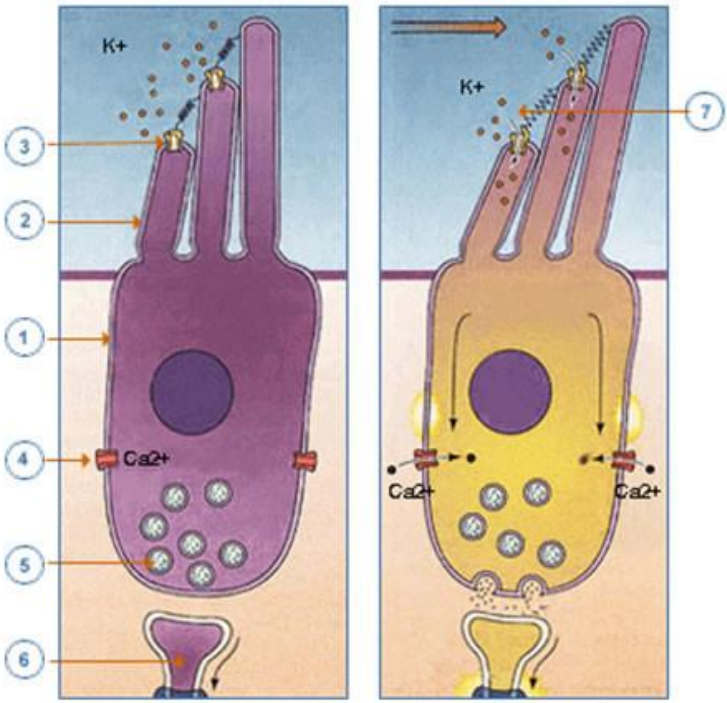


Figura 4.14.15. Epitelios auditivos

Las células ciliadas del oído a diferencia de las células receptoras olfatorias, duran toda la vida, al menos en los mamíferos, si bien la expresión artificial de un gen de diferenciación llamado Atoh en las células ciliadas, puede inducir la conversión de las células de sostén en células ciliadas donde éstas hayan sido destruidas. Las células ciliadas no presentan axón, pero establecen contactos con los

nervios terminales en el epitelio del oído. Su nombre viene de los haces de estereocilios (microvilli gigantes) que se hallan en su superficie apical. Las vibraciones de sonido hacen que el haz de cilios se incline, como un manojo de juncos sometido al viento, lo cual provoca a su vez la apertura mecánica de los canales iónicos de los estereocilios. Dicha configuración abierta excita eléctricamente a la célula.

El proceso de transducción en las células pilosas se ha estudiado con técnicas electrofisiológicas y otras que han permitido entender el mecanismo iónico involucrado.

En la punta de los cilios de las células pilosas existen canales de K^+, catión que es muy abundante en la endolinfa, líquido que está en contacto con dichas células. En condiciones de reposo ellas presentan un potencial de membrana que fluctúa entre 45 y 60 mV, con respecto a la endolinfa. Esos canales de K^+ están abiertos en bajo número lo que explicaría la variabilidad del potencial de reposo ya que estaría entrando ese catión y tendiendo a despolarizar a la célula.

Los cilios se mueven en dos direcciones debido a la influencia de las ondas que vienen por la perilinfa. Cuando de mueven en la dirección de estereocilio mayor se abren más canales de transducción lo que provoca una mayor entrada de K^+, con la consiguiente despolarización de las células. Esta disminución de su potencial de reposo abre canales de Ca^{2+}-dependientes de voltaje lo cual gatilla la liberación del neurotransmisor que excita a un grupo de terminales nerviosos que inervan dichas células. Estos responden generando potenciales de acción que viajan por la vía auditiva hasta el sistema nervioso central.

El desplazamiento de los cilios en sentido opuesto al estereocilio mayor induce hiperpolarización en las células pilosas.

Aunque parece complicado, el funcionamiento del tímpano identifica la onda sonora, asignando en la memoria un valor determinado a cada vibración identificada exactamente por su frecuencia y amplitud, vinculándola a hechos, situaciones o localizaciones. Este factor es el que determina el aprendizaje de los idiomas.

*** : Los Ojos**

Traducen la luz en señales de imágenes para que el encéfalo las procese.

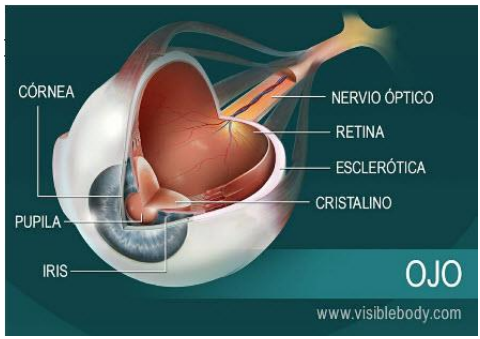


Figura 4.14.16. Los Ojos

Los ojos se ubican en las órbitas de la estructura ósea de la cabeza, protegidos por hueso y tejido graso. La esclerótica es la parte blanca del ojo. Protege las estructuras interiores y rodea un portal circular formado por la córnea, el iris y la pupila. La córnea es transparente para permitir que la luz ingrese al ojo, y es curva para dirigir la luz a través de la pupila, que se encuentra por detrás.

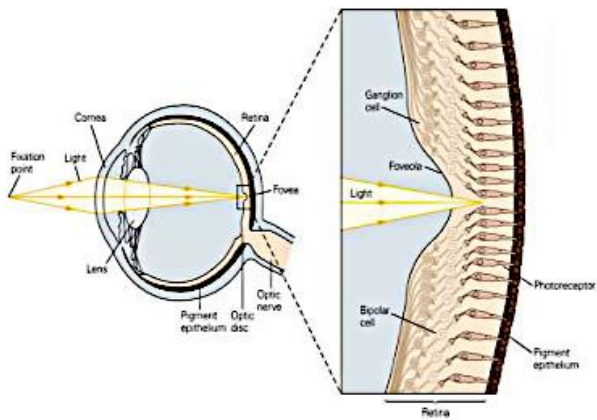


Figura 4.14.17. La Retina

La pupila es, en realidad, una abertura en el disco coloreado del iris. El iris se dilata o se contrae, y así regula cuánta luz pasa a través de la pupila y llega al cristalino. El cristalino curvo luego centra la imagen en la retina, la capa interior del ojo. La retina es una membrana delicada de tejido nervioso que contiene células

fotorreceptoras. Estas células, los bastones y los conos, traducen la luz en señales nerviosas. El nervio óptico transporta las señales desde el ojo hasta el encéfalo, el que las interpreta y forma imágenes visuales.

La vista. Probablemente la vista nos dice muchas más cosas sobre el mundo que nos rodea que cualquier otro sentido. La luz que nos entra por los ojos forma una imagen invertida sobre la retina. La retina transforma la luz en señales nerviosas y las envía al cerebro. El cerebro invierte la imagen para que la veas derecha y te indica qué es lo que estás viendo.

Optimización de llegada de luz a la retina: Al llegar la luz, cornea y cristalino la enfocan, atraviesa humor vítreo y es absorbida por los FOTORRECEPTORES que son células especializadas: Conos y Bastones, captan estímulos lumínicos entre 400-700 nanómetros y son capaces de transformar el estímulo lumínico en estímulos eléctricos que serán conducidos hasta SNC

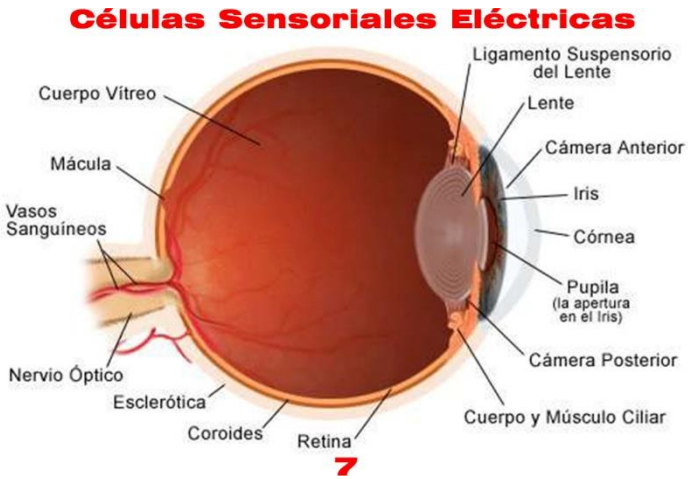


Figura 4.14.18. Células sensoriales eléctricas

+ : **Epitelio visual**

El epitelio pigmentado de la retina (Coroides), abarca todo el fondo del ojo, contiene MELANINA, sirve de soporte a los fotorreceptores (nutrición y absorción de luz) y absorbe la luz que no han podido recoger los fotorreceptores, evitando distorsión de imagen.

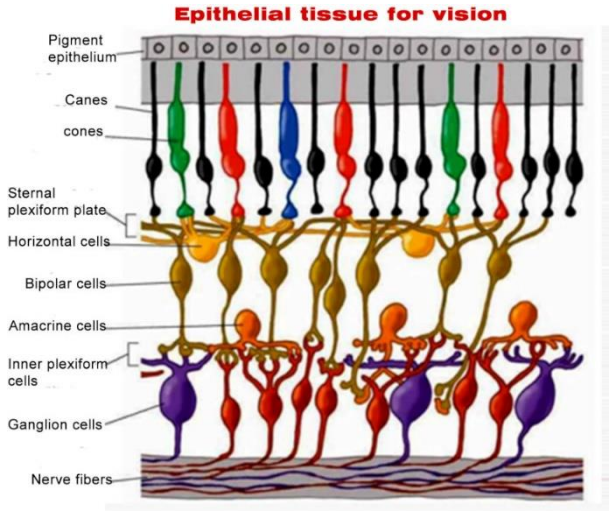


Figura 4.14.19. Epitelio de la visión

El epitelio pigmentado de retina (EPR) sirve de soporte a fotorreceptores: conos y bastones. *Capa Plexiforme Externa: formada por células bipolares (B) y horizontales (H), que sinaptan entre sí y con fotorreceptores. *Capa nuclear interna: son los cuerpos de células Bipolares, Amacrinas y Horizontales. *Capa Plexiforme Interna: sinapsis de células Bipolares, Amacrinas y Ganglionares. *Los axones de células Ganglionares forman el Nervio Óptico.

En el ojo, las células foto receptoras de la retina absorben fotones en las moléculas del pigmento visual (formado por una proteína llamada opsina y retinal) contenidas en las pilas de membranas de los segmentos externos del fotorreceptor, iniciando una excitación eléctrica mediante una vía indirecta de señalización intracelular.

Aunque las células receptoras son permanentes y no se renuevan, las cisternas de membrana ricas en opsina contenidas en dichas células sufren una renovación continua.

La visión, o la vista, es la capacidad de percibir la luz y ver. El ojo es el órgano sensorial especial que recoge y enfoca la luz y forma imágenes. Sin embargo, el ojo no es suficiente para que lo veamos. El cerebro también juega un papel necesario en la visión.

*** : Cómo funciona el ojo**

La figura 4.14.18. muestra la anatomía del ojo humano en sección transversal. El ojo recoge y enfoca la luz para formar una imagen y luego cambia la imagen a impulsos nerviosos que viajan al cerebro. La forma en que el ojo realiza estas funciones se resume en los siguientes pasos:

1) La luz pasa primero a través de la córnea, que es una capa externa transparente que protege el ojo y ayuda a enfocar la luz refractándola, o doblándola.
2) A continuación, la luz ingresa al interior del ojo a través de una abertura llamada pupila. El tamaño de esta abertura es controlado por la parte coloreada del ojo, llamada iris, que ajusta el tamaño en función del brillo de la luz. El iris hace que la pupila se estreche con luz brillante y se ensancha con poca luz.
3) La luz pasa entonces a través de la lente, que refracta aún más la luz y la enfoca en la retina en la parte posterior del ojo como una imagen invertida.
4) La retina contiene células fotorreceptoras de dos tipos, llamadas bastones y conos. Las varillas, que se encuentran principalmente en todas las áreas de la retina distintas del centro mismo, son particularmente sensibles a los bajos niveles de luz. Los conos, que se encuentran principalmente en el centro de la retina, son sensibles a la luz de diferentes colores y permiten la visión del color. Los bastones y conos convierten la luz que los golpea en impulsos nerviosos.
5) Los impulsos nerviosos de los bastones y conos viajan al nervio óptico a través del disco óptico, que es un área circular en la parte posterior del ojo donde el nervio óptico se conecta con la retina.

En esta imagen, se pueden ver las tres capas del globo ocular, la esclerótica (córnea en la parte delantera), la coroides y la retina. El cristalino, la pupila, el irlandés, el disco óptico, el nervio opcional (no etiquetado), los vasos sanguíneos y los músculos oculares también son visibles. Traza el camino de la luz a través del ojo mientras lees en los cinco pasos descritos en el texto

+ : **Papel del Cerebro en la Visión**

Los nervios ópticos de ambos ojos se encuentran y cruzan justo debajo de la parte inferior del hipotálamo en el cerebro. La información de ambos ojos se envía a la corteza visual en el lóbulo occipital del cerebro, que es parte de la corteza cerebral. La corteza visual es el sistema más grande del cerebro humano y es responsable del procesamiento de imágenes visuales. Interpreta mensajes de ambos ojos y nos "dice" lo que estamos viendo.

* : Problemas de visión

Los problemas de visión son muy comunes. Dos de las más comunes son la miopía y la hipermetropía, y a menudo comienzan en la infancia o adolescencia. Otro problema común, llamado presbicia, ocurre en la mayoría de las personas a partir de la edad adulta media. Los tres problemas resultan en visión borrosa debido a la incapacidad de los ojos para enfocar las imágenes correctamente en la retina.

+ : Miopía

La miopía, o miopía, ocurre cuando la luz que entra en el ojo no se enfoca directamente en la retina sino delante de ella, como se muestra en la Figura 4.14.20.

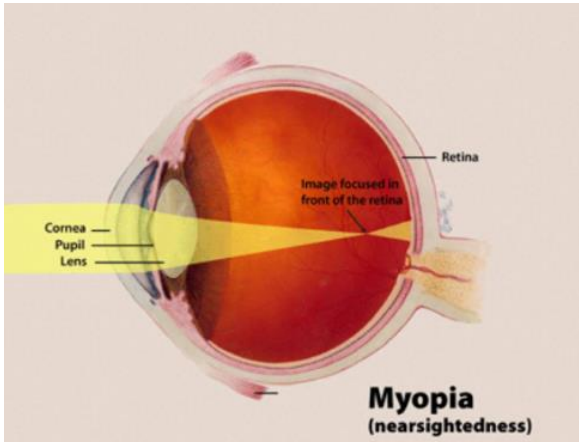


Figura 4.14.20. En la miopía, el punto focal de las imágenes se encuentra frente a la retina debido a que el globo ocular es alargado.

Esto hace que la imagen de objetos distantes esté desenfocada pero no afecta el enfoque de los objetos cercanos. La miopía puede

ocurrir porque el globo ocular se alarga de adelante hacia atrás o porque la córnea es demasiado curva. La miopía se puede corregir mediante el uso de lentes correctivos, ya sean anteojos o lentes de contacto. La miopía también se puede corregir mediante cirugía refractiva realizada con láser.

+ : Hipermetropía

La hipermetropía, o hipermetropía, ocurre cuando la luz que entra en el ojo no se enfoca directamente en la retina sino detrás de ella, como se muestra en la Figura 4.14.21.

Esto hace que la imagen de los objetos cercanos esté fuera de foco pero no afecta el enfoque de los objetos distantes. La hipermetropía puede ocurrir porque el globo ocular es demasiado corto de adelante hacia atrás o porque la lente no está lo suficientemente curvada. La hipermetropía se puede corregir mediante el uso de lentes correctivos o cirugía láser.

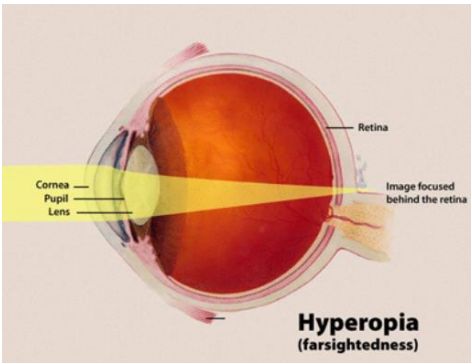


Figura 4.14.21. En la hipermetropía, el punto focal de las imágenes está detrás de la retina porque el globo ocular es demasiado corto.

+ : Presbicia

La presbicia es un problema de visión asociado al envejecimiento en el que el ojo pierde gradualmente su capacidad para enfocarse en objetos cercanos. La causa precisa de la presbicia no se conoce con certeza, pero la evidencia sugiere que la lente puede volverse menos elástica con la edad, y los músculos que controlan la lente pueden perder potencia a medida que las personas envejecen. Los primeros signos de presbicia —fatiga visual, dificultad para ver con poca luz,

problemas para enfocarse en objetos pequeños y letra pequeña—suelen notarse por primera vez entre las edades de 40 y 50 años. La mayoría de las personas mayores con este problema utilizan lentes correctivas para enfocarse en objetos cercanos porque los procedimientos quirúrgicos para corregir la presbicia no han tenido tanto éxito como los de la miopía y la hipermetropía.

Al analizar la información que vimos sobre los sentidos, quedan varias reflexiones que es bueno anotar, resaltando y reafirmando el concepto inicial de que "el conocimiento está cautivo".

Veamos eso. Si no conocemos a fondo cómo funcionan los átomos, queda prácticamente imposible entender cómo funcionan los sentidos, por ejemplo, la visión, ya vimos la explicación que aparece en los libros de texto, pero no explica en detalle la realidad absoluta de lo que es la visión.

Con el conocimiento que traemos, ya sabemos que los fotones emitidos por el sol, viajan en el espacio como ondas y cuando llegan a la tierra, atingen las masas existentes compuestas de moléculas con átomos que tienen electrones, que, al recibir el impacto del rayo solar (fotón), para mantener su estabilidad, descarga también fotones con su propio rango de amplitud y frecuencia.

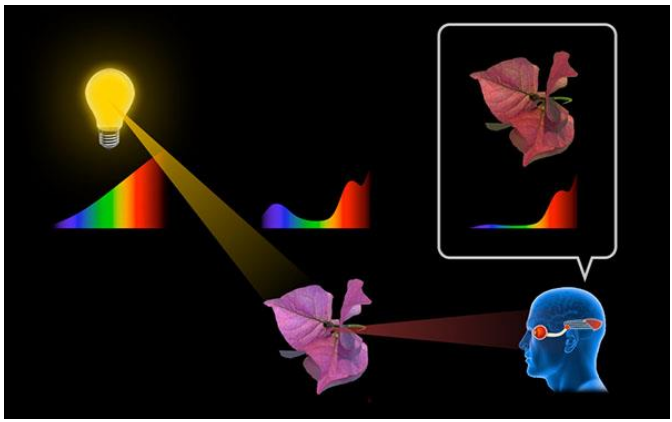


Figura 4.14.22. Descripción del funcionamiento del sentido de la visión

Ese fotón viaja hasta nuestros ojos, donde los epitelios visuales interpretan esas ondas, las traducen en impulsos eléctricos que envían como información para el sistema límbico del cerebro, que

consulta en la memoria en el hipotálamo si ya tienen el registro, nos dicen lo que vemos (colores y formas) o memoriza la nueva información, vinculándola en el espacio y tiempo para luego nuestro cerebro con toda la información recopilada, emite la respuesta, que también son fotones activados que van a activar a otros fotones que producirán reacciones químicas o mecánicas como es el caso de las fibras musculares.

Hay que tener en cuenta que del sol también llegan neutrinos, que equivalen a las sombras que vemos, aunque nuestros ojos no están diseñados para ver los neutrinos, hay ciertas especies animales que si pueden ver en la oscuridad y recientes inventos ya popularizan los visores nocturnos.

Todo esto parece confuso, pero todos los sentidos funcionan con base a esos fotones o neutrinos, que activan esos epitelios que envían la señal eléctrica al cerebro para que la interprete y produzca la respuesta, también convertida en una señal eléctrica , o sea, fotones viajando por la membrana celular de las neuronas, de una forma muy similar a como funciona la electricidad, detalle que veremos más ampliamente un poco más adelante y llega a su destino para producir otro efecto eléctrico o activa un proceso químico.

CAPÍTULO XV : Estructura de la neurona

*** : El núcleo de la neurona**

El soma o pericarion es el cuerpo celular de la neurona, el cual contiene el núcleo rodeado por el citoplasma, en el cual se hallan diferentes tipos de organelos:

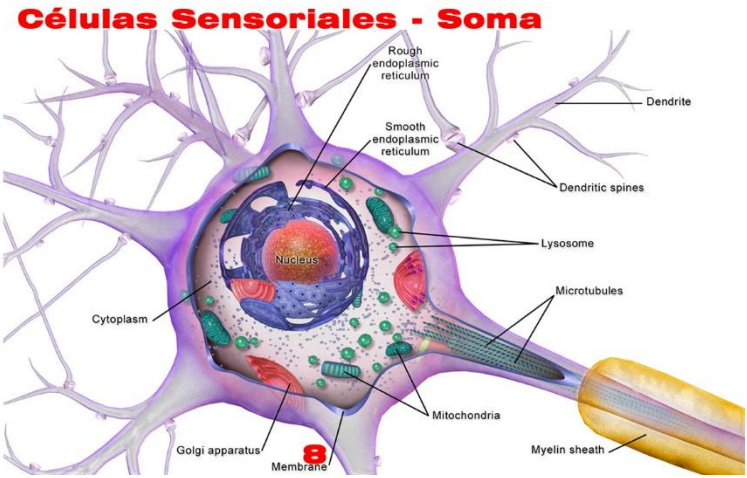


Figura 4.15.1. Células Sensoriales

Los cuerpos de Nissl, que son condensaciones de retículo endoplasmático rugoso (RER); con ribosomas asociados (responsables de la síntesis proteica); también aparecen ribosomas en disolución en el citosol y polirribosomas.

+ : **Un retículo endoplasmático liso (REL).**

Se encuentra el citoesqueleto formado por neuro fibrillas hechas de filamentos intermedios y microtúbulos que participan en el movimiento de materiales entre el cuerpo y el axón

Un aparato de Golgi prominente (que empaqueta material en vesículas para su transporte a distintos lugares de la célula);

+ : **Numerosas mitocondrias.**

En la perikarya, pueden aparecer vesículas especializadas cargadas de sustancias, como las vesículas de células productoras de catecolaminas que contienen el neurotransmisor, o las vesículas de neuronas cargadas de hormonas en el hipotálamo.

En el pericarionte son frecuentes las inclusiones en forma de gránulos de pigmentos oscuros, que en neuronas como las de la sustancia negra son melanina. Los gránulos de lipofuscina y las gotas de lípidos también son comunes. Los depósitos de hierro granular, que aparecen en algunas neuronas como las de la sustancia negra o el globo pálido, son más raros.

Las neuronas diferenciadas, por otro lado, carecen de gránulos de glucógeno.

Los cuerpos de Nissl son característicos de las neuronas y se pueden ver al teñir la célula con tintes básicos.

+ : **El citoplasma**

Es la parte del protoplasma en una célula eucariota y procariota que se encuentra entre el núcleo celular y la membrana plasmática. Consiste en una dispersión coloidal muy fina de aspecto granuloso, el citosol o hialoplasma, y en una diversidad de orgánulos celulares que desempeñan diferentes funciones.

Su función es albergar los orgánulos celulares y contribuir al movimiento de estos. El citosol es la sede de muchos de los procesos metabólicos que se dan en las células.

El citoplasma se divide en ocasiones en una región externa gelatinosa, cercana a la membrana, e implicada en el movimiento celular, que se denomina ectoplasma; y una parte interna más fluida que recibe el nombre de endoplasma y donde se encuentran la mayoría de los orgánulos. El citoplasma se encuentra en las células procariotas, así como en las eucariotas y en él se encuentran varios nutrientes que lograron atravesar la membrana plasmática, llegando de esta forma a los orgánulos de la célula.

El citoplasma de las células eucariotas está subdividido por una red de membranas (retículo endoplasmático liso y retículo endoplasmático rugoso) que sirven como superficie de trabajo para muchas de sus actividades bioquímicas.

+ : **El retículo endoplasmático**

Rugoso está presente en todas las células eucariotas (inexistente en las procariotas) y predomina en aquellas que fabrican grandes cantidades de proteínas para exportar. Es continuo con la membrana externa de la envoltura nuclear, que también tiene ribosomas adheridos. El retículo endoplasmático liso (REL) es un orgánulo celular que consiste en un entramado de túbulos de membrana interconectados entre sí y que se continúan con las cisternas del retículo endoplasmático.

A diferencia del retículo endoplasmático rugoso, no tiene ribosomas asociados a sus membranas (de ahí el nombre de liso) y, en consecuencia, la mayoría de las proteínas que contiene son sintetizadas en el retículo endoplasmático rugoso. Es abundante en aquellas células implicadas en el metabolismo de lípidos, la desintoxicación y el almacenamiento de calcio.

Participa en el transporte celular, en la síntesis de lípidos —triglicéridos, fosfolípidos para la membrana plasmática, esteroides, en la depuración —gracias a enzimas que metabolizan el alcohol y otras sustancias químicas— en la glucogenólisis —proceso imprescindible para mantener los niveles de glucosa adecuados en sangre—, y actúa como reservorio de calcio.

+ : **El complejo de Golgi**

O aparato de Golgi, es un orgánulo presente en todas las células eucariotas que forma parte del sistema de endomembranas. El Golgi está formado principalmente por 4-6 sáculos aplanados o cisternas, que se encuentran apilados unos encima de otros, y cuya función es completar el procesamiento y eventual secreción de algunas macromoléculas. Funciona como una planta empaquetadora, modificando vesículas del retículo endoplasmático rugoso, el material nuevo de las membranas se forma en varias cisternas del aparato de Golgi.

Dentro de las funciones que posee el aparato de Golgi se encuentran la glicosilación de proteínas, selección, destinación y glicosilación de lípidos, y la síntesis de polisacáridos de la matriz extracelular. Almacenamiento y distribución de lisosomas, al igual que los peroxisomas, que son vesículas de secreción de sustancias.

El aparato de Golgi de las células de mamíferos, también contribuye a la regulación de numerosos procesos en la célula incluyendo: la mitosis, la reparación del ADN, las respuestas al estrés, la autofagia, la apoptosis y la inflamación.

+ : **Las mitocondrias**

Son orgánulos celulares eucariotas encargados de suministrar la mayor parte de la energía necesaria para la actividad celular a través del proceso denominado respiración celular. Actúan como centrales energéticas de la célula y sintetizan ATP a expensas de los carburantes metabólicos (glucosa, ácidos grasos y aminoácidos).

La mitocondria presenta una membrana exterior permeable a iones, metabolitos y muchos polipéptidos. Eso se debe a que contiene proteínas que forman poros llamados porinas o VDAC (canal aniónico dependiente de voltaje), que permiten el paso de moléculas de hasta 10 kDa de masa y un diámetro aproximado de 2 nm.

*** : La Membrana celular neuronal**

La membrana plasmática tiene la misma construcción de bicapa fosfolipídica que todas las membranas intracelulares. Todas las membranas son un mosaico fluido de proteínas unidas o incrustadas en la bicapa de fosfolípidos. Las diferentes proteínas y hasta cierto punto, diferentes fosfolípidos, diferencian estructural y funcionalmente un tipo de membrana celular de otra. Las proteínas integrales (transmembrana) abarcan la bicapa lipídica fosfolípida, con un dominio hidrófobo y dos dominios hidrófilos. En el caso de la membrana plasmática, los dominios hidrófilos interactúan con el fluido extracelular acuoso por un lado y el citoplasma por el otro, mientras que el dominio hidrófobo mantiene las proteínas ancladas en la membrana.

Una vez incrustadas en el interior de ácidos grasos de una membrana, ¡las proteínas integrales de membrana no pueden escapar! Por el contrario, las proteínas de membrana periférica se unen a las superficies de la membrana, normalmente mantenidas en su lugar por interacciones hidrófilas con características cargadas de la superficie de la membrana (cabezas de fosfolípidos, dominios superficiales hidrófilos de proteínas integrales) Las proteínas integrales de membrana suelen ser glicoproteínas cuyos azúcares se enfrentan al exterior de la célula.

Las células presentan así una capa de azúcar, o glicocáliz, al mundo exterior. A medida que las células forman tejidos y órganos, se unen a proteínas extracelulares y glicoproteínas que ellas, u otras células, secretan para formar una matriz extracelular. Pasaremos gran parte de este capítulo analizando las estructuras características y actividades biológicas de las proteínas de la membrana plasmática y sus funciones.

*** : Estructura de membrana plasmática**

En las células eucariotas, la membrana plasmática rodea un citoplasma lleno de ribosomas y orgánulos. Los orgánulos son estructuras que a su vez están encerrados en membranas. Algunos orgánulos (núcleos, mitocondrias, cloroplastos) incluso están rodeados de membranas dobles. Todas las membranas celulares están compuestas por dos capas de fosfolípidos incrustados con proteínas. Todos son selectivamente permeables (semipermeables), permitiendo que solo ciertas sustancias crucen la membrana. Las funciones únicas de las membranas celulares se deben a sus diferentes composiciones de fosfolípidos y proteínas. Décadas de investigación han revelado estas funciones (ver discusiones anteriores sobre la función mitocondrial y cloroplasto, por ejemplo). Aquí describiremos las características generales de las membranas, utilizando la membrana plasmática como nuestro ejemplo.

*** : La bicapa fosfolipídica**

Gorter y Grendel predijeron la estructura de la membrana bicapa ya en 1925. Sabían que los glóbulos rojos (eritrocitos) no tienen núcleo ni otros orgánulos, y así solo tienen una membrana plasmática. También sabían que el principal componente químico de estas

membranas eran los fosfolípidos. El modelo molecular de relleno de espacio a continuación muestra la estructura básica de los fosfolípidos, destacando sus cabezas hidrofílicas (polares) y colas hidrofóbicas.

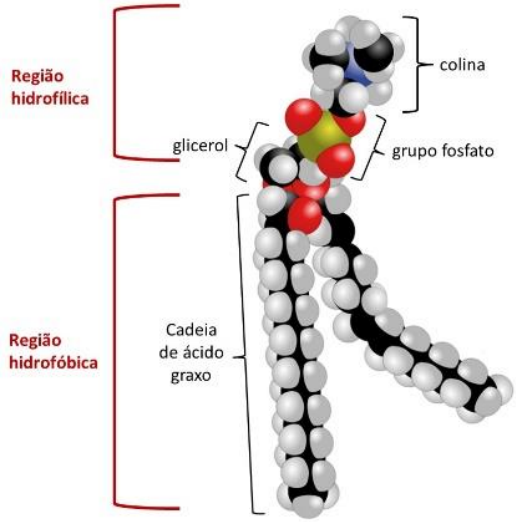


Figura 4.15.2. **Fosfolípidos**

Las moléculas con dominios hidrófilos e hidrófobos son moléculas anfipáticas. Gorter y Grendel habían medido la superficie de los glóbulos rojos. Después hicieron un 'conteo sanguíneo' y luego interrumpieron un número conocido de glóbulos rojos. Luego midieron la cantidad de fosfolípidos en los extractos de membrana. A partir de esto, calcularon que había suficientes moléculas lipídicas por célula para envolverse alrededor de cada célula dos veces.

A partir de estas observaciones, predijeron la bicapa fosfolipídica con ácidos grasos interactuando dentro de la bicapa. Curiosamente, Gorter y Grendel habían realizado dos errores de cálculo en la determinación de la cantidad de fosfolípido por célula. Sin embargo, sus errores se compensaban entre sí para que, aunque no estrictamente hablando correcto, ¡su conclusión seguía siendo profética! A continuación, se muestran fosfolípidos de membrana comunes.

Las moléculas anfipáticas mezcladas con agua se agregan espontáneamente para 'ocultar' sus regiones hidrofóbicas del agua.

¡En el agua, estos formaron estructuras reales llamadas liposomas que sedimentan cuando se centrifugan!

La estructura de la membrana liposómica es consistente con la bicapa fosfolipídica predicha, con las colas hidrofóbicas interactuando entre sí y las cabezas polares enfrentadas entre sí, formando una bicapa fosfolipídica. Esto condujo a una imagen de la arquitectura de membrana basada en interacciones de fosfolípidos. A continuación, se dibuja una ilustración icónica de la bicapa fosfolipídica, con su interior de ácidos grasos hidrófobos y superficies externas hidrófilas.

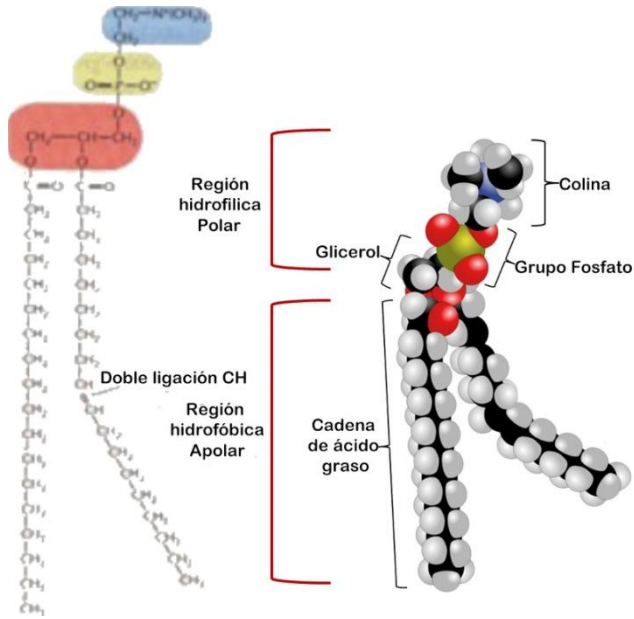


Figura 4.15.3. La estructura de la membrana liposómica es consistente con la bicapa fosfolipídica predicha, con las colas hidrofóbicas interactuando entre sí y las cabezas polares enfrentadas entre sí, formando una bicapa fosfolipídica. Esto condujo a una imagen de la arquitectura de membrana basada en interacciones de fosfolípidos. A continuación, se dibuja una ilustración icónica de la bicapa fosfolipídica, con su interior de ácidos grasos hidrófobos y superficies externas hidrófilas.

La estructura de la membrana liposómica es consistente con la bicapa fosfolipídica predicha, con las colas hidrofóbicas interactuando entre sí y las cabezas polares enfrentadas entre sí, formando una bicapa fosfolipídica. Esto condujo a una imagen de la arquitectura de membrana basada en interacciones de fosfolípidos.

A continuación, se dibuja una ilustración icónica de la bicapa fosfolipídica, con su interior de ácidos grasos hidrófobos y superficies externas hidrófilas.

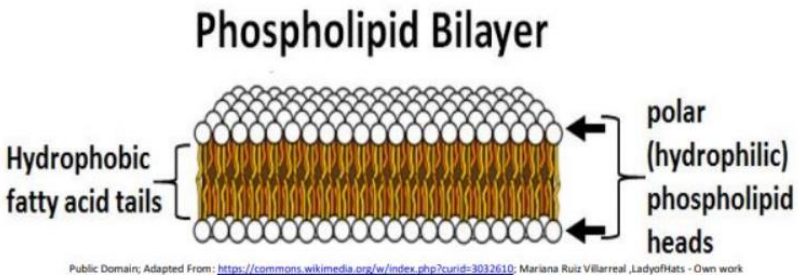
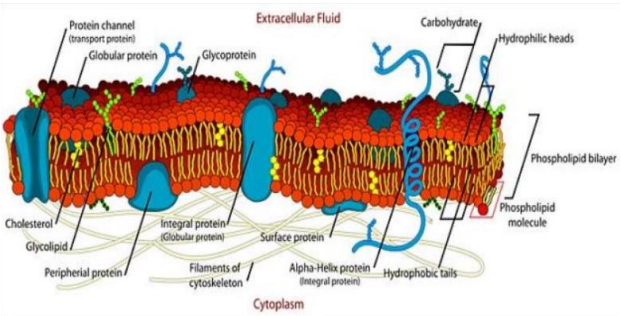


Figura 4.15.4. Doble capa de fosfolípidos

En este modelo, las proteínas de membrana están ancladas en membranas por uno o más dominios hidrófobos; sus dominios hidrófilos enfrentarían ambientes acuosos externos y citosólicos. Así, al igual que los propios fosfolípidos, las proteínas de membrana son anfipáticas. Sabemos que las células exponen diferentes características estructurales (y funcionales) superficiales al ambiente acuoso en lados opuestos de una membrana. Por lo tanto, también decimos que las membranas celulares son asimétricas. A continuación, se ilustra un modelo típico de la membrana plasmática de una célula.



4.15.6. Estructura de la Membrana plasmática

En este modelo, las proteínas periféricas tienen un dominio hidrófobo que no abarca la membrana, sino que la ancla a un lado de la membrana. Otras proteínas periféricas (o llamadas “de superficie”) se unen a la membrana mediante interacciones con los

grupos fosfato polares de los fosfolípidos, o con los dominios polares de las proteínas integrales de membrana.

Debido a sus propios dominios hidrofílicos acuosos, las proteínas de membrana son una barrera natural para el paso libre de moléculas cargadas a través de la membrana. Por otro lado, las proteínas de membrana son responsables de la permeabilidad selectiva de las membranas, facilitando el movimiento de moléculas específicas dentro y fuera de las células. Las proteínas de membrana también explican interacciones específicas y selectivas con su entorno extracelular. Estas interacciones incluyen la adhesión de las células entre sí, su unión a las superficies, la comunicación entre las células (tanto directa como a través de hormonas y neuronas), etc.

El 'recubrimiento de azúcar' de las superficies extracelulares de las membranas plasmáticas proviene de oligosacáridos unidos covalentemente a la membrana proteínas (como glicoproteínas) o a fosfolípidos (como glicolípidos). Los componentes carbohidrato de las proteínas de membrana glicosiladas informan su función. Así, las glicoproteínas permiten interacciones específicas de las células entre sí para formar tejidos. También permiten la interacción con superficies extracelulares a las que deben adherirse. Además, ocupan un lugar destacado como parte de los receptores de muchas hormonas y otras biomoléculas de comunicación química.

Los dominios proteicos expuestos al citoplasma, aunque no están glicosilados, a menudo se articulan a componentes del citoesqueleto, dando a las células su forma y permitiendo que las células cambien de forma cuando sea necesario. Muchas proteínas de membrana tienen características enzimáticas esenciales, como veremos. Dado el papel crucial de las proteínas y glicoproteínas en la función de la membrana, no debería sorprender que las proteínas constituyan un promedio de 40-50% de la masa de una membrana. En algunos casos, las proteínas representan hasta el 70% de la masa de la membrana (¡piense en las membranas de cristal en las mitocondrias!).

*** : C. Evidencia de la estructura de membrana**

La asimetría de membrana se refiere a las diferentes características de la membrana enfrentadas a lados opuestos de la membrana. Esto

se demostró directamente mediante la técnica de microscopía electrónica de barrido de congelación-fractura. La técnica consiste en congelar membranas aisladas en agua y luego astillar el hielo. Cuando el hielo se agrieta, las membranas envueltas se parten a lo largo de una línea de menor resistencia... que resulta estar entre las colas opuestas de ácidos grasos hidrófobos en el interior de la membrana. Luego, la microscopía electrónica de barrido revela las características de las superficies de la membrana interior y exterior. Entre las características destacadas en una micrografía de barrido de membranas plasmáticas fracturadas por congelación se encuentran los fosos y montículos opuestos enfrentados entre sí en colgajos opuestos de la membrana, como se ilustra a continuación.

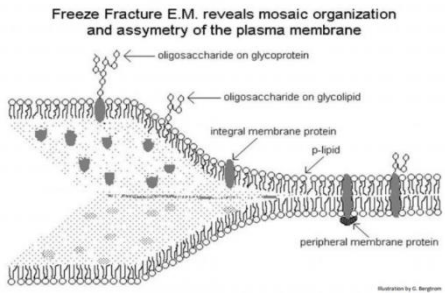


Figura 4.15.7. Otras características que se muestran aquí son consistentes con la estructura de membrana de fosfolípidos.

La citoquímica confirmó la asimetría de la membrana plasmática, mostrando que solo las superficies externas de las membranas plasmáticas están recubiertas de azúcar, Consulte el siguiente enlace para obtener descripciones más detalladas de los experimentos.

Finalmente, también se demostró bioquímicamente la asimetría de las membranas. En un experimento, las células enteras se trataron con enzimas proteolíticas, seguido de extracción de las membranas y luego aislamiento de proteínas de membrana. En un segundo experimento, primero se aislaron membranas plasmáticas de células no tratadas y luego se trataron con las enzimas. En un tercer experimento, se extrajeron proteínas de membranas plasmáticas aisladas de células no tratadas. La separación electroforética de los tres extractos proteicos por tamaño demostró que diferentes componentes de proteínas integrales de membrana estuvieron

presentes en los dos experimentos de digestión, confirmando la asimetría de la membrana plasmática. Nuevamente, para más detalles, consulta el siguiente enlace.

También se probó la idea de que las membranas son fluidas. En otro experimento elegante, se fabricaron anticuerpos contra proteínas de membrana celular de ratón y humana. Las membranas se aislaron e inyectaron en un tercer animal (probablemente un conejo). El conejo vio las membranas y sus proteínas asociadas como extrañas y respondió haciendo moléculas específicas de anticuerpos anti-membrana. Los anticuerpos contra cada fuente de membrana se aislaron y se etiquetaron por separado con etiquetas fluorescentes de diferentes colores para que brillaran de un color diferente cuando se sometieran a luz ultravioleta. Después se mezclaron células de ratón y humanas en condiciones que provocaron que se fusionaran, haciendo células híbridas humano-ratón.

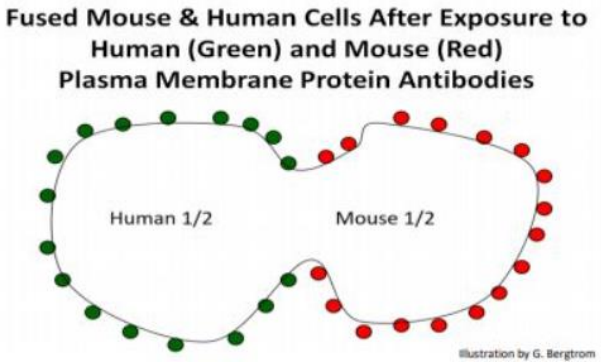


Figura 4.15.8. Los anticuerpos de ratón como se ven en la célula híbrida justo después de la fusión, se cartografían.

Cuando se agregan a las células fusionadas, los anticuerpos etiquetados se unen a las proteínas de la superficie celular. Al poco tiempo, se observó que los diferentes anticuerpos fluorescentes se mezclaban bajo un microscopio de fluorescencia bajo luz UV. Las etiquetas fluorescentes parecían moverse de su ubicación original en las membranas fusionadas. Claramente, las proteínas incrustadas en la membrana no son estáticas, sino que son capaces de moverse lateralmente en la membrana, en efecto flotando y difundiendo en un “mar de fosfolípidos”. Los anticuerpos de ratón como se ven en

la célula híbrida justo después de la fusión se cartografían a continuación.

+ : **D. La fluidez de la membrana está regulada**

1. Factores químicos que afectan la fluidez de la membrana

Como se podría imaginar, la fluidez de una membrana depende de su composición química y de las condiciones físicas que rodean a la célula, por ejemplo, la temperatura exterior. A continuación, se resumen los factores que afectan la fluidez de la membrana.

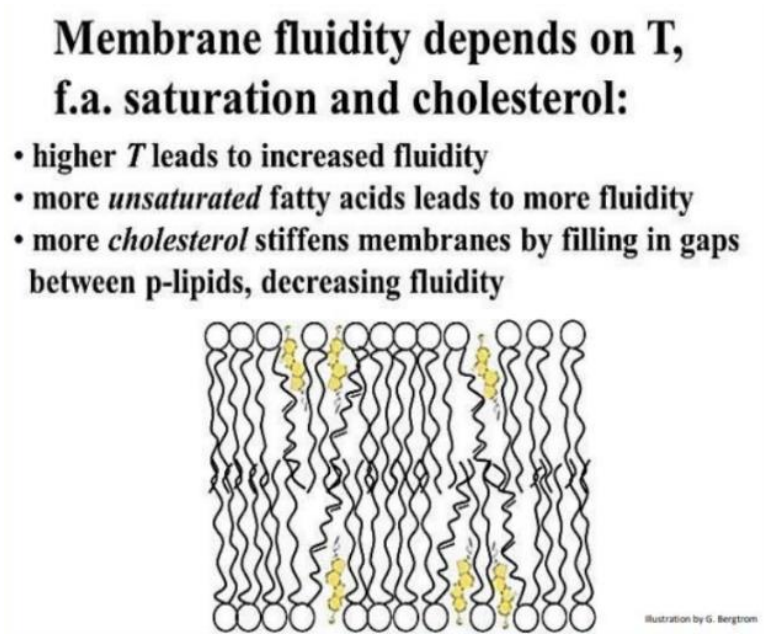


Figura 4.15.9. Así como calentar una solución hace que las moléculas disueltas y las partículas se muevan más rápido, los componentes fosfolípidos y proteicos de las membranas también son más fluidos a temperaturas más altas. Si los ácidos grasos de los fosfolípidos tienen más enlaces de carbono insaturados (C=C), estas colas hidrófobas tendrán más torceduras, o curvas. Las torceduras tienden a separar las colas de fosfolípidos. Con más espacio entre las colas de ácidos grasos, los componentes de la membrana pueden moverse más libremente. Así, más ácidos grasos poliinsaturados en una membrana la hacen más fluida. Por otro lado, las moléculas de colesterol tienden a llenar el espacio entre los ácidos grasos en el interior hidrófobo de la membrana. Esto reduce la movilidad lateral de los componentes fosfolípidos y proteicos en la membrana. Al reducir la fluidez, el colesterol reduce la permeabilidad de la membrana a algunos iones.

2. Factores funcionales que afectan la fluidez de la membrana

La evolución ha adaptado las membranas celulares a diferentes y cambiantes ambientes para mantener la fluidez necesaria para el correcto funcionamiento celular. Los organismos poiquilotérmicos o de sangre fría, desde procariotas hasta peces y reptiles, no regulan su temperatura corporal. Así, cuando se exponen a temperaturas más bajas, las poiquilotermas responden aumentando el contenido de ácidos grasos insaturados de sus membranas celulares.

A temperaturas más altas, aumentan el contenido de ácidos grasos saturados de membrana. Así, las membranas celulares de peces que viven bajo el hielo ártico mantienen la fluidez al tener altos niveles de ácidos grasos tanto monoinsaturados como poliinsaturados. ¿Qué pasa con las especies de peces que varían en ambientes más cálidos y fríos (o que viven en climas con estaciones cambiantes)? Para estos peces, la composición de la membrana puede cambiar para ajustar la fluidez al ambiente.

Los mamíferos y aves de sangre caliente (homeotérmicos) mantienen una temperatura corporal más o menos constante. Como resultado, su composición de membrana también es relativamente constante. ¡Pero hay una paradoja! Sus membranas celulares son muy fluidas, con una mayor proporción de grasa poliinsaturada a grasas monoinsaturadas que digamos, reptiles.

La aparente paradoja se resuelve, sin embargo, cuando entendemos que esta mayor fluidez apoya la mayor tasa metabólica de las especies de sangre caliente en comparación con los poiquilotermos. ¡Solo compara los estilos de vida de casi cualquier mamífero con un cocodrilo flotante perezoso, o una serpiente que disfruta a la sombra de una roca!

+ : E. Elaboración y Experimento con Membranas Artificiales

Las estructuras similares a membranas se pueden formar espontáneamente. Cuando los fosfolípidos interactúan en un ambiente acuoso, se agregan para excluir sus colas grasas hidrófobas del agua, formando micelas. Las micelas son vesículas esféricas monocapa de fosfolípidos que se auto ensamblan, una agregación natural de los dominios de ácidos grasos hidrófobos de estas moléculas anfipáticas.

A continuación, se dibuja una micela.

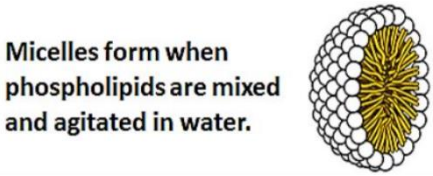


Figura 4.15.10. Micela

Las micelas pueden autoensamblarse adicionalmente en bicapas esféricas de fosfolípidos llamadas liposomas (abajo).

Cuando se forman en el laboratorio, estas estructuras se comportan un poco como células, por ejemplo, formando un pellet en el fondo de un tubo cuando se centrifugan. Los liposomas se pueden diseñar a medida a partir de diferentes tipos de fosfolípidos y proteínas anfipáticas que se vuelven integrales a las membranas de los liposomas.

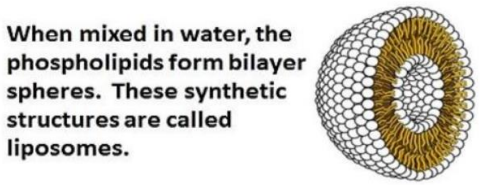


Figura 4.15.11. Liposomas

Cuando los liposomas se pueden preparar en presencia de proteínas específicas u otras moléculas que no pueden cruzar la membrana. Las moléculas atrapadas no pueden salir de este 'organelle' sintético. Tales fueron los estudios que permitieron la identificación de los complejos mitocondriales de la cadena respiratoria. La capacidad de manipular el contenido de liposomas y la composición de la membrana también los convierte en candidatos para la administración de fármacos a células y tejidos específicos (google liposomas para más información).

+ : **F. La Membrana Plasma está Segregada en Regiones con Diferentes Propiedades de Fluidez y Permeabilidad Selectiva**

Como veremos en breve, la fluidez no da como resultado una difusión igual de todos los componentes de la membrana alrededor de la superficie de la membrana celular. En cambio, las conexiones extracelulares entre las células, así como las conexiones

intracelulares de la membrana con regiones diferenciadas del citoesqueleto, compartimentan efectivamente la membrana en subregiones. Para entender esto, imagina una lámina de epiteliales como las de la caricatura de abajo.

La lámina de células expone una superficie con funciones únicas al interior del órgano que alinean. Expone la superficie opuesta, una con una función bastante diferente, al otro lado de la lámina. Las superficies laterales de las células son otro compartimento de membrana, uno que funciona para conectar y comunicarse entre las células en la lámina. Los componentes, es decir, proteínas de membrana ilustradas con diferentes formas y colores simbólicos, pueden permanecer fluidos dentro de un compartimento. Por supuesto, esta macro diferenciación de las membranas celulares para permitir interacciones célula-célula y célula-ambiente tiene sentido intuitivo.

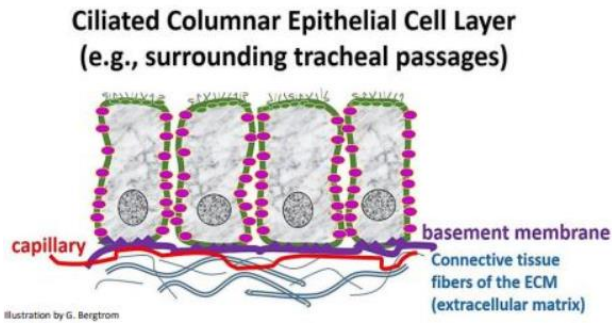


Figura 4.15.12. Columna Ciliada

La observación reciente de que las membranas celulares están aún más compartimentadas fue quizás menos anticipada. De hecho, las membranas se dividen en micro compartimentos. Dentro de estos compartimentos, los componentes son fluidos pero rara vez se mueven entre compartimentos. Los estudios indican que los elementos citoesqueléticos crean y mantienen estas micro discontinuidades. Por ejemplo, las proteínas integrales de membrana se inmovilizan en las membranas si están unidas a fibras citoesqueléticas (p. ej., actina) en el citoplasma.

Además, cuando los agregados de estas proteínas se alinean debido a interacciones similares, forman una especie de valla, inhibiendo el

cruce de otros componentes de la membrana. Por analogía, este mecanismo de micro compartimentalización se llama el modelo de Cercas y Piquetes; las proteínas adheridas al citoesqueleto sirven como piquetes. El movimiento a través de vallas (de un compartimento de membrana a otra) es poco frecuente. Presumiblemente se necesita energía cinética adicional para que una molécula 'salte' una valla entre compartimentos. De ahí que este tipo de movimiento, o difusión del lúpulo, lo distingue del movimiento browniano implícito en el modelo original de mosaico fluido.

+ : Proteínas de membrana

Claramente, las proteínas de membrana en sí mismas tienen dominios que mantienen las membranas dentro o unidas a la membrana, proporcionan superficies catalíticas y permiten interacciones dentro, a través y fuera de las células y orgánulos. Las membranas anclan proteínas de varias maneras. Como se señaló, las proteínas de membrana, como los fosfolípidos, son anfipáticas, con dominios hidrófobos que interactúan fuertemente de manera no covalente con el interior de ácidos grasos de las membranas. Algunas proteínas integrales de membrana abarcan toda la membrana, con dominios hidrófilos enfrentados al citosol o al exterior celular. Las proteínas periféricas se unen a una superficie de membrana a través de interacciones no covalentes. A continuación, se ilustran ejemplos de proteínas de membrana integral y periférica, glicoproteínas y lipoproteínas.

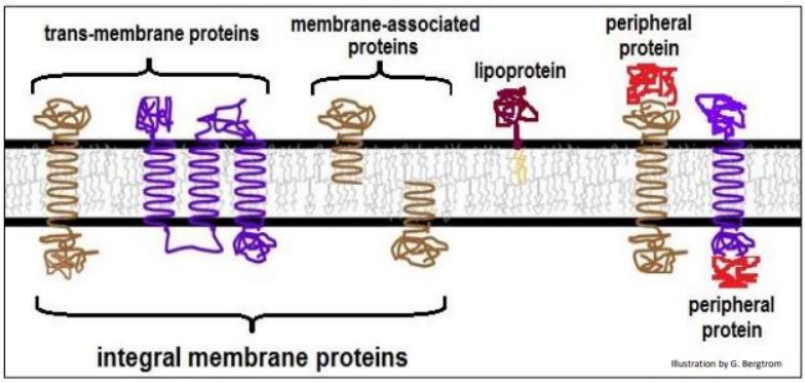


Figura 4.15.13. Proteínas en la Membrana Plasmática

+ : Cómo se mantienen las proteínas de membrana en las membranas

El dominio hidrófobo de las proteínas integrales de membrana consiste en una o más regiones alfa-helicoidales que interactúan con el interior hidrófobo de las membranas. Los dominios hidrófilos tienden a tener una estructura más terciaria con superficies hidrófilas, y así se enfrentan al citosol acuoso y al exterior celular. A continuación, se trazan dos proteínas transmembrana.

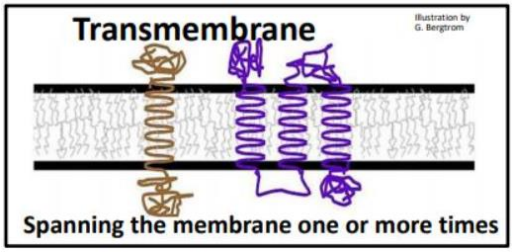


Figura 4.15.14. La proteína de la izquierda cruza la membrana una vez, mientras que la de la derecha cruza la membrana tres veces.

La proteína de la izquierda cruza la membrana una vez, mientras que la de la derecha cruza la membrana tres veces. La forma en que una proteína transmembrana se inserta en la membrana durante la síntesis dicta las ubicaciones de su extremo N y C. De hecho, las proteínas transmembrana pueden atravesar una membrana más de una vez, lo que también determina la ubicación de sus extremos N y C. El extremo N-terminal de un polipéptido de membrana plasmática siempre termina expuesto al exterior de la célula. Los dominios alfa helicoidales que anclan las proteínas en las membranas son en su mayoría no polares e hidrofóbicos.

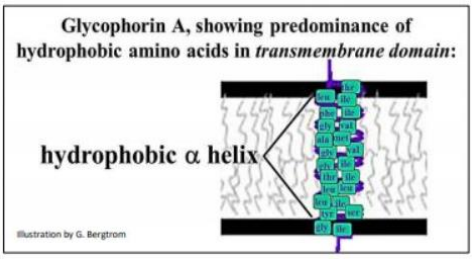


Figura 4.15.15. Los monómeros de glicoforina A se emparejan para formar dímeros en la membrana plasmática.

Como ejemplo, considere los aminoácidos en el dominio alfa-helicoidal de la proteína de glóbulos rojos glicoforina A, una proteína de membrana que evita que los glóbulos rojos se agregen, o se aglutinen en la circulación. Un polipéptido de glicoforina A con su hélice alfa transmembrana hidrofóbica se dibuja a continuación. Los monómeros de glicoforina A se emparejan para formar dímeros en la membrana plasmática.

Las proteínas que abarcan las membranas múltiples veces pueden incluir aminoácidos con cadenas laterales polares cargadas, siempre que estas cadenas laterales interactúen entre las hélices de manera que estén blindadas del ambiente de ácidos grasos en la membrana. Debido a estas interacciones hidrofílicas, tales proteínas pueden crear poros para el transporte de moléculas polares e iones; veremos algunas de estas proteínas más adelante. Las proteínas integrales de membrana que no atraviesan la membrana también tienen un dominio helicoidal hidrófobo que las ancla en la membrana, mientras que sus dominios hidrófilos interactúan típicamente con moléculas intracelulares o extracelulares para, por ejemplo, mantener las células en su lugar, dar a las células y tejidos su estructura, etc.

La presencia misma de los dominios alfa-helicoidales hidrófobos en las proteínas transmembrana hace que sean difíciles, si no imposibles, de aislar de las membranas en una forma biológicamente activa. Por el contrario, el polipéptido periférico citocromo c se disocia fácilmente de la membrana de cristal, lo que facilita su purificación. Durante muchos años, la incapacidad de purificar otros portadores de electrones de membrana de cristal en forma biológicamente activa limitó nuestra comprensión de la estructura y función del sistema mitocondrial de transporte de electrones.

Los dominios alfa-helicoidales hidrófobos son, de hecho, un sello distintivo de las proteínas que abarcan la membrana. Incluso es posible determinar la estructura primaria de un polipéptido codificado por un gen antes de que la propia proteína haya sido aislada. Por ejemplo, conociendo la secuencia de ADN de un gen, podemos inferir la secuencia de aminoácidos de la proteína codificada por el gen. Un análisis de hidrofobicidad de la secuencia de aminoácidos inferida puede indicarnos si es probable que una

proteína sea una proteína de membrana. Veamos una gráfica de hidropatía (hidrofobicidad) (abajo).

*** : Diversidad de funciones de proteínas de membrana**

+ : **Ejemplo de funciones de proteínas de membrana**

- Receptores para hormonas o neurotransmisores
- Anticuerpos del sistema inmune que reconocen sustancias extrañas (antígenos)
- Moléculas de reconocimiento celular que unen las células
- Estructuras de membrana celular que pasan directamente información química entre las células
- Anclar células a superficies extracelulares como tejido conectivo
- Transporte molecular (entrada o salida de sustancias de las células)
- Enzimas que catalizan reacciones cruciales en las células.

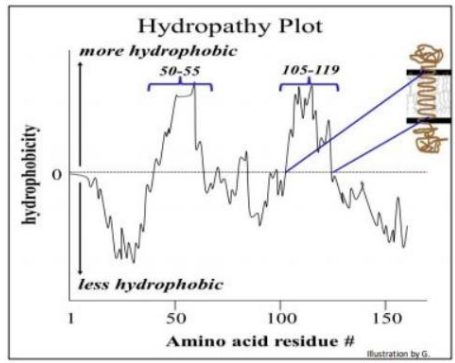


Figura 4.15.16. Para ver cómo una gráfica de hidropatía puede predecir si una proteína es una proteína de membrana, consulte el siguiente enlace.

Las proteínas transmembrana realizan la mayoría de las funciones ilustradas aquí. Sin embargo, las proteínas de membrana periférica también desempeñan papeles vitales en la función de la membrana. Recuerde que el citocromo c en el sistema de transporte de electrones en la membrana de cristal mitocondrial es una proteína periférica. Otras proteínas de membrana periférica pueden servir para regular las actividades de transporte o señalización de complejos de proteínas transmembrana o pueden mediar las conexiones entre la membrana y los elementos citoesqueléticos.

Las proteínas de membrana periférica que se muestran aquí no penetran en las membranas. Se unen reversiblemente a las superficies internas o externas de la membrana biológica con la que están asociadas. Estaremos observando más de cerca qué mantiene las proteínas de membrana en su lugar y cómo realizan sus funciones únicas. Consulte las principales funciones, acciones y ubicaciones celulares de las proteínas de membrana a continuación:

Función básica	**Acciones Específicas**	**Ejemplos**
Transporte facilitado	Regular la difusión de sustancias a través de membranas a lo largo de un gradiente	Ca 2 + y otros canales iónicos, transportadores de glucosa
Transporte Activo	Use energía para mover iones de concentraciones bajas a altas a través de las membranas	Bombas de proteínas mitocondriales, la bomba de iones Na + /K + en neuronas
Transducción de señales	Por ejemplo, las hormonas que no pueden ingresar a las células, estas transmiten información de señales moleculares al citoplasma, lo que lleva a una respuesta celular	Señalización de hormonas proteicas y factores de crecimiento, interacciones anticuerpo/antígeno, mediación de citocinas de respuestas inflamatorias, etc.
Interacciones célula-célula	Reconocimiento célula-célula y unión para formar tejidos	Formación de desmosomas uniones gap y uniones estrechas.
Anclajes al citoesqueleto	Vincular las proteínas de membrana al citoesqueleto	Dar a las células su forma, movimiento celular y respuesta a las señales moleculares
Enzimático	Generalmente proteínas multifuncionales con actividades enzimáticas	La F1 ATP sintasa que usa gradiente de protones para producir ATP; adenil ciclasa que produce AMPc durante la transducción de señales; señalar que algunas proteínas receptoras están unidas a dominios enzimáticos en el citoplasma

+ : Glicoproteínas

Las proteínas de membrana a menudo están unidas covalentemente a oligosacáridos, que son azúcares ramificados unidos a glucósidos (promediando alrededor de 15 residuos de azúcar). Como glicanos, son los azúcares ligados a las glicoproteínas. Las glicoproteínas son raras en el citosol, pero son comunes en las proteínas secretadas y de membrana. Los oligosacáridos se enlazan típicamente a proteínas a través del grupo hidroxilo en serina o treonina.

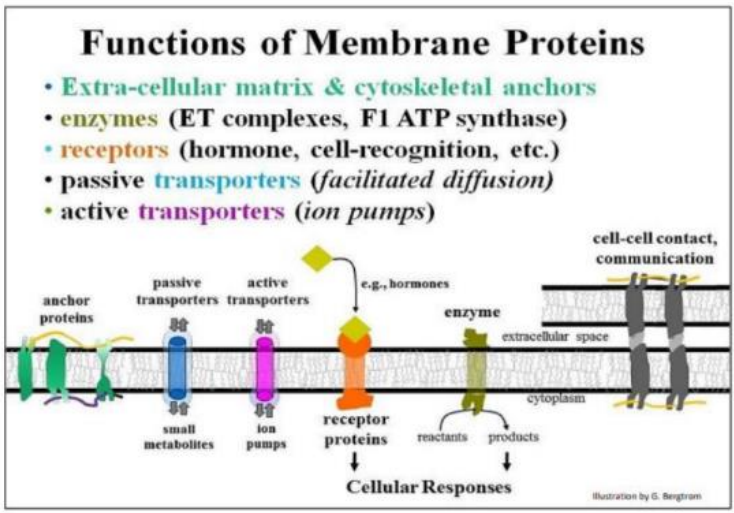


Figura 4.15.17. Funciones de la membrana de proteínas

Los enlaces ocasionales son a aminoácidos modificados como la hidroxililina o la hidroxiprolina (O-glicosilación), y al nitrógeno de la amida en la asparagina (N-glicosilación). Los dominios de oligosacáridos de las glicoproteínas a menudo juegan un papel importante en la función de las proteínas de membrana. Por ejemplo, las glicoproteínas, junto con los dominios polares de proteínas integrales y periféricas y glicolípidos, son una característica importante del glicocáliz. A continuación, se ilustra una membrana celular y su glicocáliz.

Con la creación de un glucósido central. Los glicanos parciales están enzimáticamente unidos a aminoácidos compatibles de una proteína de membrana. A medida que estas proteínas viajan a través de las vesículas de Golgi del sistema endomembrano, la glicosilación

terminal une más azúcares al glucósido central para completar la síntesis de glicoproteínas.

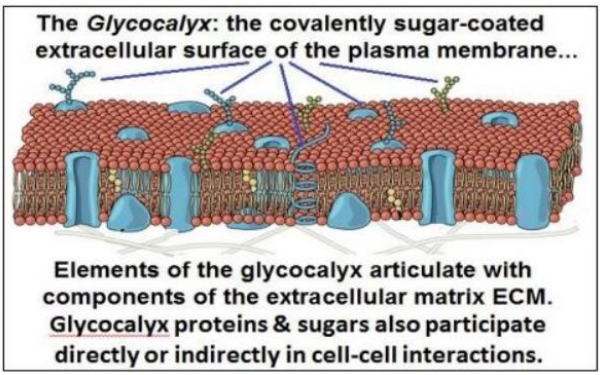


Figura 4.15.18. Los oligosacáridos comienzan su síntesis en el retículo endoplásmico rugoso (RER).

Cuando las vesículas que brotan de las vesículas de TransGolgi se fusionan con la membrana plasmática, los azúcares de las glicoproteínas terminan en la superficie celular exterior. Esto se ilustra en el siguiente enlace.

+ : **Glicolípidos**

Los glicolípidos son fosfolípidos unidos a oligosacáridos, y como se señaló, forman parte del glicocáliz. Ambos solo se encuentran en la superficie extracelular. Los glicolípidos se sintetizan en gran medida de la misma manera que las glicoproteínas. Enzimas específicas catalizan la glicosilación inicial de fosfolípidos o polipéptidos, seguido de la adición de más azúcares. Junto con las glicoproteínas, los glicolípidos juegan un papel en el reconocimiento célula-célula y la formación de tejidos.

Los glicanos en las superficies de una célula reconocerán y se unirán a los receptores de carbohidratos (lectinas) en las células adyacentes, lo que conduce a la unión célula-célula así como a respuestas intracelulares en las células que interactúan. Las glicoproteínas y glicolípidos también median la interacción de las células con las señales moleculares extracelulares y con los químicos de la matriz extracelular (ECM). La ECM incluye componentes de

tejido conectivo, membranas basales, de hecho, cualquier superficie a la que se unen las células.

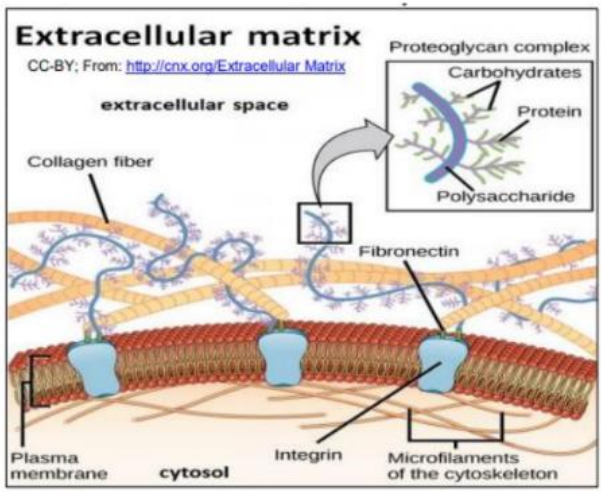


Figura 4.15.19. Matiz Extracelular

Cuando se estimula una neurona, se genera un impulso eléctrico y se conduce a lo largo de su axón. Este proceso, llamado potencial de acción, subyace a muchas funciones del sistema nervioso.

*** : Principio eléctrico en las Neuronas**

El voltaje y la corriente son dos factores importantes a considerar en el estudio de las neuronas. El flujo de carga eléctrica de un punto a otro se denomina corriente. A través de las membranas celulares, se establece una diferencia de potencial entre el exterior de una célula y el interior de la célula, lo que puede afectar el flujo de corriente a través de la membrana celular.

Voltaje: La medida de la energía potencial generada por carga separada.

Corriente: El flujo de carga eléctrica de un punto a otro.

Resistencia: Obstago al flujo de carga.

El voltaje y la corriente son dos factores importantes a considerar en el estudio de las neuronas. El voltaje es la medida de la energía potencial generada por carga separada. Se mide en voltios o

milivoltios. Cuanto mayor sea la diferencia de carga entre dos puntos, mayor será el voltaje. El voltaje es igual al trabajo que se tendría que hacer por unidad de carga para mover la carga entre dos puntos contra un campo eléctrico estático. El voltaje puede representar una fuente de energía (fuerza electromotriz) o energía perdida o almacenada (caída de potencial).

El flujo de carga eléctrica de un punto a otro se denomina corriente. La cantidad de carga que se mueve entre dos puntos depende de dos factores: voltaje y resistencia. La resistencia es el obstáculo para el flujo de carga. Algunas sustancias con alta resistencia son aislantes, como la vaina de mielina.

En el cuerpo, las corrientes eléctricas reflejan el flujo de iones a través de las membranas celulares. Dado que hay una ligera diferencia en el número de iones positivos y negativos en los dos lados de la membrana plasmática celular, existe una diferencia de potencial a través de las membranas. La difusión surge de la tendencia estadística de las partículas a redistribuirse desde regiones donde están altamente concentradas a regiones donde la concentración es baja. La diferencia de potencial establecida entre el exterior de una célula y el interior de la célula puede afectar el flujo de corriente a través de la membrana celular.

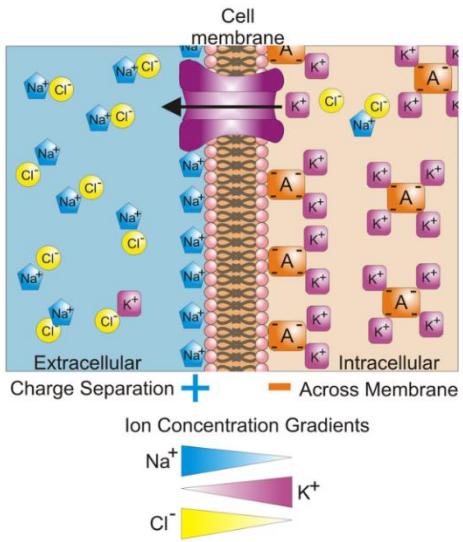


Figura 4.15.20. Membrana celular: Las diferencias en la concentración de iones en lados opuestos de una membrana celular conducen a un voltaje llamado

potencial de membrana. Muchos iones tienen un gradiente de concentración a través de la membrana, incluido el potasio (K+), que está en un alto interior y una baja concentración fuera de la membrana. Los iones sodio (Na+) y cloruro (Cl—) se encuentran en altas concentraciones en la región extracelular y bajas concentraciones en las regiones intracelulares. Estos gradientes de concentración proporcionan la energía potencial para impulsar la formación del potencial de membrana.

En el tejido eléctricamente activo, la diferencia de potencial entre dos puntos cualesquiera se puede medir insertando un electrodo en cada punto y conectando ambos electrodos a un voltímetro especializado.

*** : Canales de Iones**

Los canales iónicos son proteínas de membrana que permiten que los iones viajen dentro o fuera de una célula. Los canales iónicos pueden ser de naturaleza sensible al voltaje, ligando-cerrado, o mecánicamente cerrado en la naturaleza.

Los canales iónicos activados por ligando se abren cuando un ligando químico tal como un neurotransmisor se une a la proteína.

Los canales de voltaje se abren y cierran en respuesta a cambios en el potencial de membrana.

Los canales mecánicamente cerrados se abren en respuesta a la deformación física del receptor, como en los receptores sensoriales de tacto y presión.

Canal de fuga: El tipo de canal iónico más simple, con permeabilidad más o menos constante.

Canal activado por ligando: Un grupo de canales iónicos transmembrana que se abren o cierran en respuesta a la unión de un mensajero químico (ligando) como un neurotransmisor.

Bomba de iones: Proteínas críticas de membrana que llevan a cabo el transporte activo mediante el uso de energía celular (ATP) para "bombear" los iones contra su gradiente de concentración.

Los canales iónicos de sodio controlados por voltaje contribuyen al "pico" del potencial de acción de una neurona.

*** : Propiedades de los Canales Iónicos**

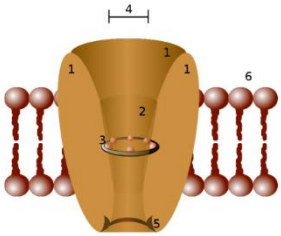


Figura 4.15.21. Canal iónico: Una representación esquemática de un canal iónico. La membrana celular está representada por #6 y el poro del canal iónico por #3.

La membrana plasmática está tachonada con una variedad de proteínas de membrana que actúan como canales iónicos. Cada canal solo permite que ciertos tipos de iones pasen a través de la membrana. La mayoría de los canales son específicos (selectivos) para un ion. El poro del canal es típicamente tan pequeño que los iones deben pasar a través de él en una sola fila.

Un canal puede tener varios estados diferentes (correspondientes a diferentes conformaciones de la proteína), pero cada uno de esos estados es abierto o cerrado. En general, los estados cerrados corresponden ya sea a una contracción del poro —haciéndolo intransitable al ión— o a una parte separada de la proteína, tapando el poro. Cuando un canal está abierto, los iones permean a través del canal pasan por el gradiente de concentración transmembrana para ese ion en particular. La velocidad de flujo iónico a través del canal está determinada por la conductancia máxima del canal y la fuerza impulsora electroquímica para ese ion.

+ : Tipos de Canales Iónicos

Los canales iónicos se pueden clasificar por cómo responden a su entorno. Por ejemplo, los canales iónicos pueden ser sensibles al voltaje ya que se abren y cierran en respuesta al voltaje a través de la membrana. Los canales activados por ligando forman otra clase importante; estos canales iónicos se abren y cierran en respuesta a la unión de una molécula de ligando como un neurotransmisor. Otros canales iónicos se abren y cierran con fuerzas mecánicas. Otros más, como los de las neuronas sensoriales, se abren y cierran en respuesta a otros estímulos, como la luz, la temperatura o la

presión. A continuación, se describen los tipos más comunes de canales iónicos.

*** : Canales de fuga**

Los canales de fuga son el tipo de canal iónico más simple, ya que su permeabilidad es más o menos constante. Los tipos de canales de fuga con mayor significación en las neuronas son los canales de potasio y cloruro. Aunque son los más simples en teoría, la mayoría se comportan mejor en una dirección que en la otra (son rectificadores) y algunos son capaces de ser apagados por ligandos aunque no requieran ligandos para operar.

+ : **Canales Cerrados**

Hay tres tipos principales de canales cerrados: canales con cierre químico o con cierre de ligando, canales de voltaje y canales con cierre mecánico. Los canales iónicos activados por ligando son canales cuya permeabilidad aumenta mucho cuando algún tipo de ligando químico se une a la estructura de la proteína. Un subconjunto grande funciona como receptores de neurotransmisores: ocurren en sitios postsinápticos, y el ligando químico que los abre es liberado por el axón terminal presináptico. Los canales activados por ligandos pueden ser activados por ligandos que aparecen en el área extracelular o por interacciones en el lado intracelular.

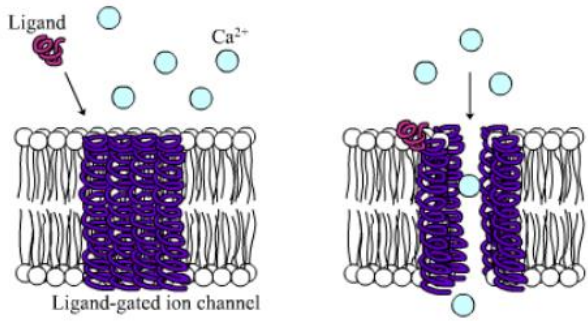


Figura 4.15.22. Un canal iónico activado por ligando: Los canales iónicos regulados por ligando (LGIC) son un tipo de receptor ionotrópico o receptor unido

a canal. Son un grupo de canales iónicos transmembrana que se abren o cierran en respuesta a la unión de un mensajero químico (ligando), como un neurotransmisor.

Los canales iónicos regulados por voltaje, también conocidos como canales iónicos dependientes del voltaje, son canales cuya permeabilidad está influenciada por el potencial de membrana. Forman otro grupo muy grande, teniendo cada miembro una selectividad iónica particular y una dependencia particular del voltaje.

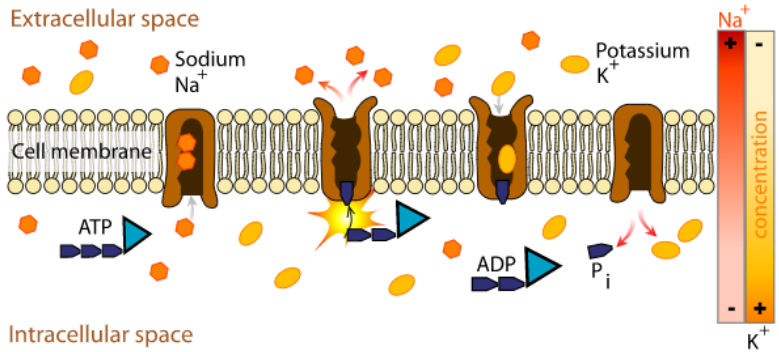


Figura 4.15.23. Ejemplo de bomba de iones: Ejemplo de transporte activo primario, donde la energía de la hidrólisis de ATP se acopla directamente al movimiento de una sustancia específica a través de una membrana independiente de cualquier otra especie.

Muchos también dependen del tiempo, es decir, no responden inmediatamente a un cambio de voltaje, sino solo después de un retraso. Los canales accionados por voltaje son esenciales para la generación y propagación de potenciales de acción.

Las bombas de iones no son canales iónicos, sino que son proteínas de membrana críticas que llevan a cabo el transporte activo mediante el uso de energía celular (ATP) para “bombear” los iones contra su gradiente de concentración. Dichas bombas de iones toman iones de un lado de la membrana (disminuyendo su concentración allí) y los liberan en el otro lado (aumentando su concentración allí).

*** : Potenciales de membrana como señales**

El potencial de membrana permite que una celda funcione como una batería, proporcionando energía eléctrica a las actividades dentro de la celda y entre celdas. Un potencial de membrana es la diferencia de potencial eléctrico entre el interior y el exterior de una célula biológica.

En las células excitables eléctricamente, los cambios en el potencial de membrana se utilizan para transmitir señales dentro de la célula.

La apertura y cierre de los canales iónicos puede inducir cambios a partir del potencial de reposo.

La despolarización es cuando el voltaje interior se vuelve más positivo y la hiperpolarización es cuando se vuelve más negativo.

Potencial de acción: Un cambio a corto plazo en el potencial eléctrico que viaja a lo largo de una célula como un nervio o una fibra muscular.

Despolarización: Un cambio en el potencial de membrana de una célula, haciéndola más positiva o menos negativa, que puede resultar en la generación de un potencial de acción.

Potenciales graduados: Estos varían en tamaño y surgen de la suma de las acciones individuales de las proteínas de los canales iónicos activados por ligando, y disminuyen con el tiempo y el espacio. En las neuronas, una despolarización suficientemente grande puede evocar un potencial de acción en el que el potencial de membrana cambia rápidamente.

+ : Potenciales de Membrana

El potencial de membrana (también potencial transmembrana o voltaje de membrana) es la diferencia en el potencial eléctrico entre el interior y el exterior de una célula biológica. Todas las células animales están rodeadas por una membrana plasmática compuesta por una bicapa lipídica incrustada con varios tipos de proteínas. La membrana sirve tanto como aislante como barrera de difusión semipermeable al movimiento de iones. Los iones se mueven a través de la membrana celular ya sea a través del transporte activo (usando energía) o pasivo (no usando energía).

Por ejemplo, las proteínas transportadoras/bomba de iones empujan activamente los iones a través de la membrana para establecer gradientes de concentración a través de la membrana y los canales iónicos permiten que los iones se muevan a través de la membrana por esos gradientes de concentración, un proceso conocido como difusión facilitada.

Prácticamente todas las células eucariotas (incluidas las células de animales, plantas y hongos) mantienen un potencial transmembrana distinto de cero, generalmente con un voltaje negativo en el interior de la célula en comparación con el exterior de la célula.

+ : El potencial de membrana como señal

El potencial de membrana tiene dos funciones básicas. Primero, permite que una célula funcione como batería, proporcionando energía para operar una variedad de "dispositivos moleculares" incrustados en la membrana. Segundo, en las células eléctricamente excitables como las neuronas y las células musculares, se utiliza para transmitir señales entre diferentes partes de una célula. Las señales se generan al abrir o cerrar canales iónicos en un punto de la membrana, produciendo un cambio local en el potencial de la membrana que hace que la corriente eléctrica fluya rápidamente a otros puntos de la membrana.

En las células no excitables, y en las células excitables en sus estados basales, el potencial de membrana se mantiene en un valor relativamente estable llamado potencial de reposo. Para las neuronas, los valores típicos del potencial en reposo oscilan entre —70 y —80 milivoltios; es decir, el interior de una célula tiene un voltaje basal negativo de un poco menos de una décima de voltio. La apertura y cierre de los canales iónicos puede inducir una desviación del potencial de reposo.

Esto se denomina despolarización si el voltaje interior se vuelve más positivo (digamos de —70 mV a —60 mV), o hiperpolarización si el voltaje interior se vuelve más negativo (digamos de —70 mV a —80 mV). Los cambios en el potencial de membrana pueden ser pequeños o mayores (potenciales graduados) dependiendo de cuántos canales iónicos se activan y de qué tipo son.

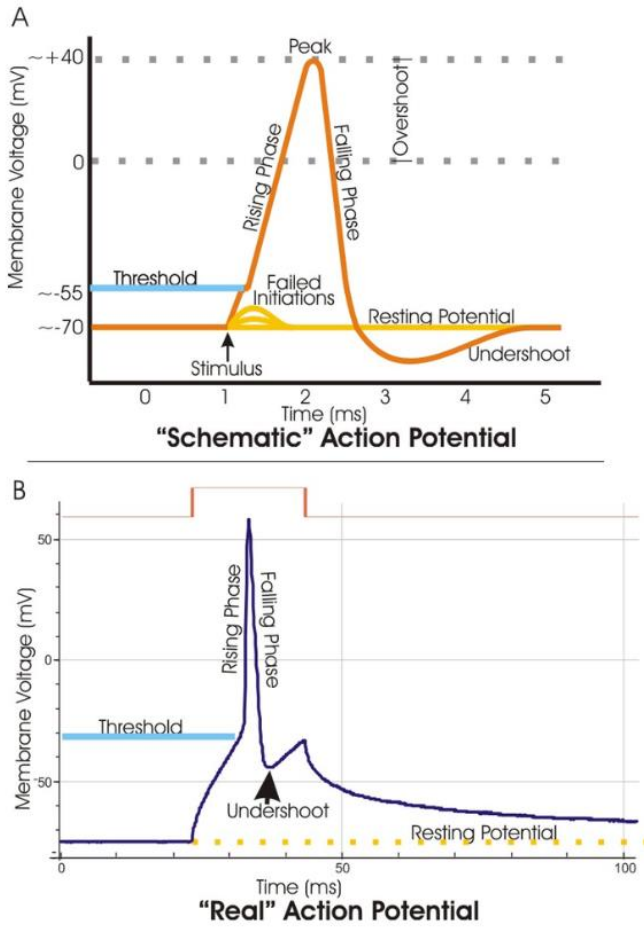


Figura 4.15.24. Potencial de acción: A. Esquemáticos y B. grabaciones de potencial de acción real. El potencial de acción es un claro ejemplo de cómo los cambios en el potencial de membrana pueden actuar como señal.

En las células excitables, una despolarización suficientemente grande puede evocar un potencial de acción en el que el potencial de membrana cambia rápida y significativamente por un corto tiempo (del orden de 1 a 100 milisegundos), a menudo invirtiendo su polaridad. Los potenciales de acción son generados por la activación de ciertos canales iónicos dependientes de voltaje.

En la figura 4.15.24. los gráficos representan el potencial de acción esquemático y real con términos que incluyen pico, sobreimpulso, fase ascendente, fase descendente, umbral, iniciaciones fallidas, potencial de reposo, estímulo y subimpulso.

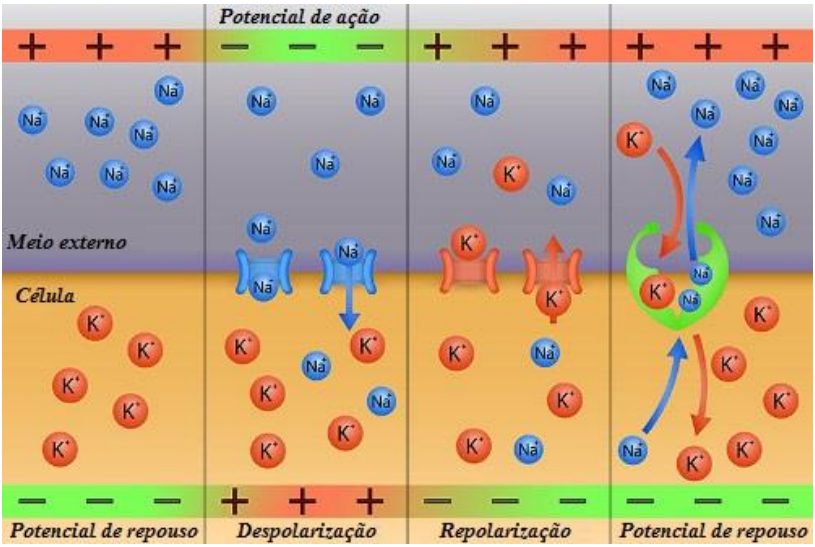


Figura 4.15.25. Fases del Potencial de acción

*** : Estructura extranuclear de la neurona**

El cuerpo celular es la parte de una neurona que contiene el núcleo y otros orgánulos celulares. Por lo general, es bastante compacto, y puede que no sea mucho más ancho que el núcleo.

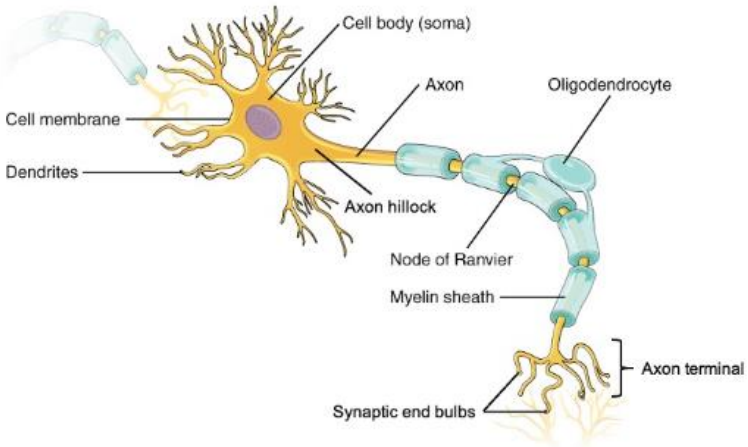


Figura 4.15.26. Neurona motora somática con cuerpo celular, axón, axón, vaina de mielina, nódulos de Ranvier, axón terminal, dendritas, extremo sináptico de los bulbos y otras estructuras asociadas.

Las dendritas son estructuras delgadas que son extensiones del cuerpo celular. Su función es recibir impulsos nerviosos de otras células y llevarlos al cuerpo celular. Una neurona puede tener muchas dendritas, y cada dendrita puede ramificarse repetidamente para formar un "árbol" de dendritas con más de 1,000 "ramas". El extremo de cada rama puede recibir impulsos nerviosos de otra célula, permitiendo que una neurona determinada se comunique con decenas de miles de otras células.

El axón es una extensión larga y delgada del cuerpo celular. Transmite impulsos nerviosos lejos del cuerpo celular y hacia otras células. El axón se ramifica al final, formando múltiples terminales axonales. Estos son los puntos donde los impulsos nerviosos se transmiten a otras células, a menudo a las dendritas de otras neuronas. Un área llamada sinapsis ocurre en cada axón terminal. Las sinapsis son uniones complejas de membrana que transmiten señales a otras células. Un axón puede ramificarse cientos de veces, pero nunca hay más de un axón por neurona.

Extendidas a lo largo de los axones, especialmente los axones largos de los nervios, hay muchas secciones de la vaina de mielina. Se trata de capas lipídicas que cubren secciones del axón. La funda de mielina es un aislante eléctrico muy bueno, similar al plástico o goma que encierra un cable eléctrico.

Los espacios espaciados regularmente entre las secciones de la vaina de mielina ocurren a lo largo del axón. Estas brechas se denominan nodos de Ranvier, y permiten la transmisión de impulsos nerviosos a lo largo del axón. Los impulsos nerviosos saltan de nodo a nodo, permitiendo que los impulsos nerviosos viajen a lo largo del axón muy rápidamente.

Una célula de Schwann (también en un axón) es un tipo de célula glial. Su función es producir la vaina de mielina que aísla los axones en el sistema nervioso periférico. En el sistema nervioso central, un tipo diferente de célula glial, llamada oligodendrocito, produce la vaina de mielina.

*** : Neurogénesis**

Las neuronas completamente diferenciadas, con todas sus estructuras especiales, no pueden dividirse y formar nuevas

neuronas hijas. Hasta hace poco, los científicos pensaban que ya no se podían formar nuevas neuronas después de que el cerebro se desarrollara prenatalmente. Es decir, pensaban que las personas nacieron con todas las neuronas cerebrales que alguna vez tendrían, y como las neuronas murieron, no serían reemplazadas.

Sin embargo, nuevas evidencias muestran que se pueden formar neuronas adicionales en el cerebro, incluso en adultos, a partir de la división de células madre neurales indiferenciadas que se encuentran en todo el cerebro. La producción de nuevas neuronas se llama neurogénesis. Se desconoce hasta qué punto puede ocurrir, pero no es probable que sea muy grande en humanos.

+ : **Neuronas en tejidos nerviosos**

El tejido nervioso en el cerebro y la médula espinal consiste en materia gris y materia blanca. La materia gris contiene principalmente los cuerpos celulares de las neuronas. Es gris solo en cadáveres; la materia gris viva es en realidad más rosa que gris (ver imagen abajo). La materia blanca consiste principalmente en axones cubiertos con vaina de mielina, lo que les da su color blanco.

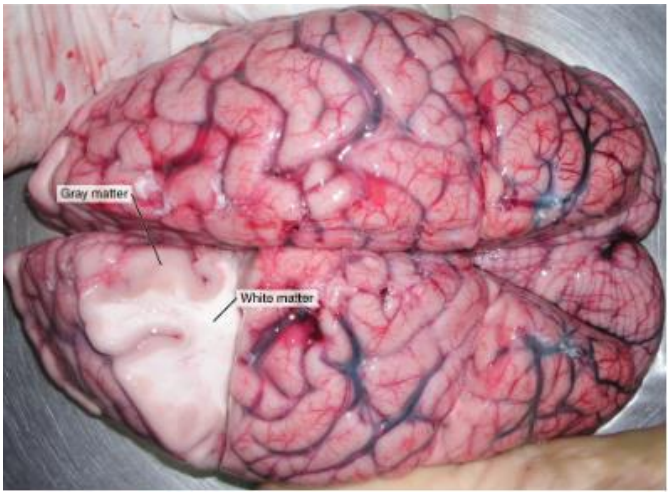


Figura 4.15.26. Se pueden ver las capas de materia gris (rosada) y materia blanca en esta foto de un cerebro de un paciente humano recientemente fallecido.

La materia blanca también conforma nervios del sistema nervioso periférico. Los nervios consisten en haces largos de axones

mielinizados que se extienden a los músculos, órganos o glándulas en todo el cuerpo. Los axones en cada nervio se agrupan como alambres en un cable. Los axones en los nervios pueden tener más de un metro de largo en un adulto. El nervio más largo va desde la base de la columna hasta los dedos de los pies.

Una vez que una señal es recibida por la dendrita, entonces viaja pasivamente al cuerpo celular. El cuerpo celular contiene una estructura especializada, el montecillo axónico, que integra señales de múltiples sinapsis y sirve de unión entre el cuerpo celular y un axón: una estructura en forma de tubo que propaga la señal integrada a terminaciones especializadas llamadas terminales axónicas.

Estos terminales, a su vez, sinapsis en otras neuronas, músculos u órganos diana. Los químicos liberados en los terminales axónicos permiten que las señales se comuniquen a estas otras celdas. Las neuronas suelen tener uno o dos axones, pero algunas neuronas, como las células amacrinas en la retina, no contienen ningún axón. Algunos axones están cubiertos con mielina, que actúa como aislante para minimizar la disipación de la señal eléctrica a medida que viaja por el axón, incrementando en gran medida la velocidad en la conducción.

Este aislamiento es importante ya que el axón de una neurona motora humana puede ser tan largo como un metro: desde la base de la columna hasta los dedos de los pies. La vaina de mielina en realidad no es parte de la neurona. La mielina es producida por las células gliales. A lo largo de este tipo de axones, hay brechas periódicas en la vaina de mielina. Estas brechas, llamadas “nodos de Ranvier”, son sitios donde la señal se “recarga” a medida que viaja a lo largo del axón.

Es importante señalar que una sola neurona no actúa sola. La comunicación neuronal depende de las conexiones que las neuronas hagan entre sí (así como con otras células, como las células musculares). Las dendritas de una sola neurona pueden recibir contacto sináptico de muchas otras neuronas. Por ejemplo, se cree que las dendritas de una célula de Purkinje en el cerebelo reciben contacto de hasta 200,000 otras neuronas.

*** : Tipos de Neuronas**

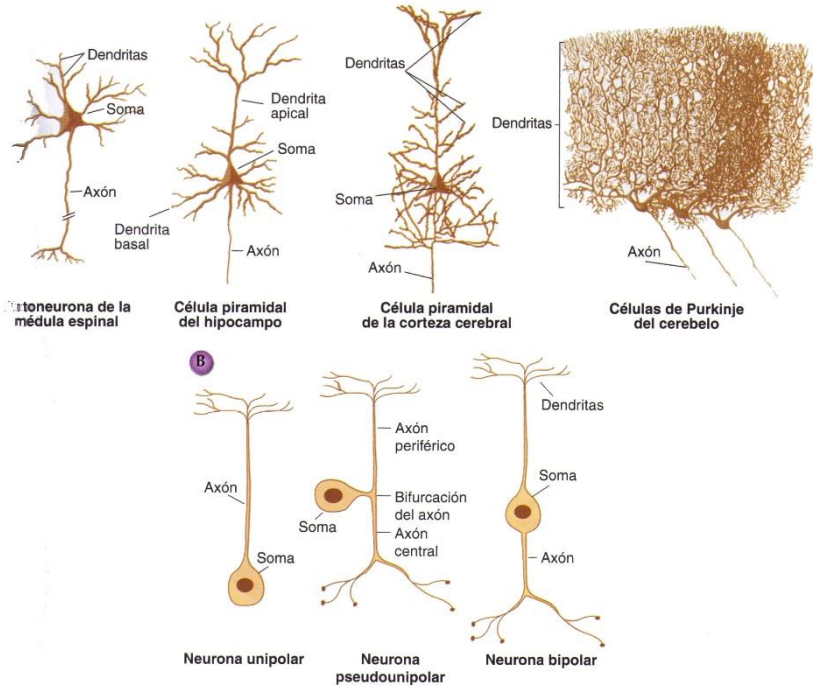


Figura 4.15.27. Tipos de Neuronas por localización

Si bien hay muchos subtipos de células neuronales definidos, las neuronas se dividen ampliamente en cuatro tipos básicos: unipolares, bipolares, multipolares y pseudounipolares. Las neuronas unipolares tienen una sola estructura que se extiende alejándose del soma. Estas neuronas no se encuentran en los vertebrados, sino que se encuentran en insectos donde estimulan músculos o glándulas.

Una neurona bipolar tiene un axón y una dendrita que se extiende desde el soma. Un ejemplo de una neurona bipolar es una célula bipolar retiniana, que recibe señales de células fotorreceptoras que son sensibles a la luz y transmite estas señales a células ganglionares que transportan la señal al cerebro. Las neuronas multipolares son el tipo de neurona más común. Cada neurona multipolar contiene un axón y múltiples dendritas. Las neuronas multipolares se pueden encontrar en el sistema nervioso central (cerebro y médula espinal).

La célula de Purkinje, una neurona multipolar en el cerebelo, tiene muchas dendritas ramificadas, pero sólo un axón.

Las células pseudounipolares comparten características tanto con células unipolares como bipolares. Una célula pseudounipolar tiene una estructura única que se extiende desde el soma (como una célula unipolar), que posteriormente se ramifica en dos estructuras distintas (como una célula bipolar). La mayoría de las neuronas sensoriales son pseudounipolares y tienen un axón que se ramifica en dos extensiones: una conectada a dendritas que recibe información sensorial y otra que transmite esta información a la médula espinal.

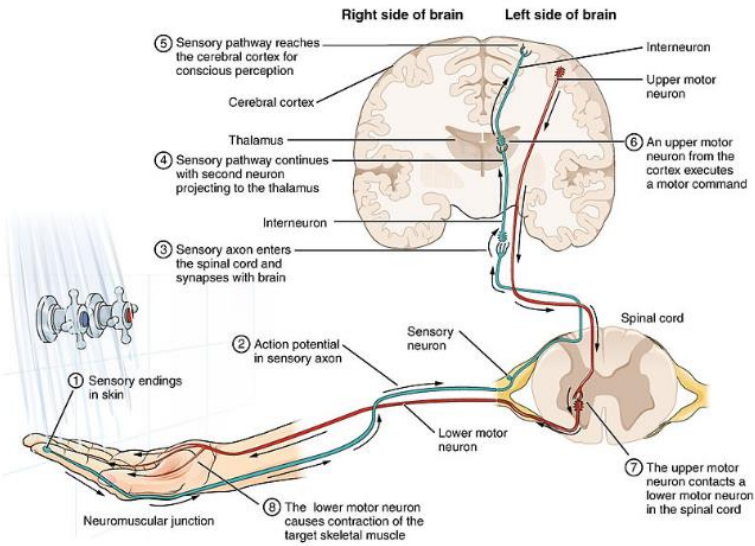


Figura 4.15.28. Las neuronas sensoriales transportan información hacia el SNC. Las neuronas motoras transportan información del SNC. Las interneuronas transportan información entre neuronas sensoriales y motoras.

Las neuronas sensoriales (también llamadas aferentes) transportan impulsos nerviosos desde los receptores sensoriales en los tejidos y órganos hasta el sistema nervioso central. Cambian estímulos físicos como el tacto, la luz y el sonido en impulsos nerviosos.

Las neuronas motoras (también llamadas eferentes), como la de la figura 4.15.28., transportan impulsos nerviosos desde el sistema nervioso central hasta los músculos y las glándulas. Cambian las señales nerviosas en la activación de estas estructuras.

Las interneuronas transportan impulsos nerviosos de ida y vuelta a menudo entre las neuronas sensoriales y motoras dentro de la médula espinal o el cerebro.

*** : Células Gliales**

Además de las neuronas, los tejidos nerviosos también consisten en células gliales (también llamadas neuroglia). Ahora se sabe que desempeñan muchos papeles vitales en el sistema nervioso. Existen varios tipos diferentes de células gliales, cada una con una función diferente. Las células de Schwann y los Oligodendrocitos son células gliales que producen vaina de mielina.

Si bien la glía (o células gliales) a menudo se considera el yeso de apoyo del sistema nervioso, el número de células gliales en el cerebro en realidad supera en número al número de neuronas en un factor de diez. Las neuronas serían incapaces de funcionar sin los papeles vitales que cumplen estas células gliales. La glía guía a las neuronas en desarrollo hacia sus destinos, amortiguaba iones y sustancias químicas que de otro modo dañarían las neuronas y proporcionan vainas de mielina alrededor de los axones.

Los científicos han descubierto recientemente que también juegan un papel en responder a la actividad nerviosa y modular la comunicación entre las células nerviosas. Cuando la glía no funciona correctamente, el resultado puede ser desastroso; la mayoría de los tumores cerebrales son causados por mutaciones en la glía.

+ : **Tipos de glía**

Hay varios tipos diferentes de glía con diferentes funciones. Los astrocitos hacen contacto tanto con capilares como con neuronas en el SNC. Aportan nutrientes y otras sustancias a las neuronas, regulan las concentraciones de iones y químicos en el fluido extracelular y proporcionan soporte estructural para las sinapsis. Los astrocitos también forman la barrera hematoencefálica: una estructura que bloquea la entrada de sustancias tóxicas al cerebro. Se ha demostrado, a través de experimentos de imágenes de calcio, que se vuelven activos en respuesta a la actividad nerviosa, transmiten ondas de calcio entre los astrocitos y modulan la actividad de las sinapsis circundantes.

La glía satélite proporciona nutrientes y soporte estructural para las neuronas en el SNP. La microglía captura y degradaba las células muertas, protegiendo al cerebro de microorganismos invasores. Los oligodendrocitos forman vainas de mielina alrededor de los axones en el SNC. Un axón puede ser mielinizado por varios oligodendrocitos; un oligodendrocito puede proporcionar mielina para múltiples neuronas. Esto es distintivo del PNS, donde una sola célula de Schwann proporciona mielina para un solo axón ya que toda la célula de Schwann rodea el axón.

Las glías radiales sirven como puentes para desarrollar neuronas a medida que migran a sus destinos finales. Las células ependimales recubren los ventrículos llenos de líquido del cerebro y el canal central de la médula espinal. Están involucrados en la producción de líquido cefalorraquídeo, que sirve de cojín para el cerebro, mueve el líquido entre la médula espinal y el cerebro, y es un componente para el plexo coroideo.

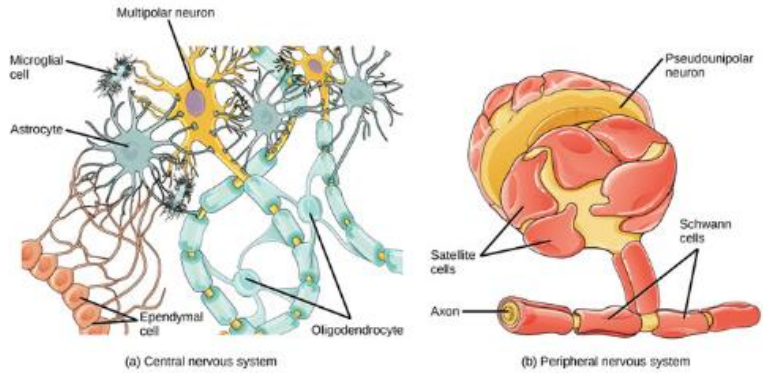


Figura 4.15.29. Células gliales: Las células gliales soportan neuronas y mantienen su entorno. Las células gliales del (a) sistema nervioso central incluyen oligodendrocitos, astrocitos, células ependimales y células microgliales. Los oligodendrocitos forman la vaina de mielina alrededor de los axones. Los astrocitos proporcionan nutrientes a las neuronas, mantienen su ambiente extracelular y proporcionan soporte estructural. Microglia captura patógenos y células muertas. Las células ependimales producen líquido cefalorraquídeo que amortigua las neuronas. Las células gliales del (b) sistema nervioso periférico incluyen células de Schwann, que forman la vaina de mielina, y células satélites, que proporcionan nutrientes y soporte estructural a las neuronas.

Capítulo XVI : Transmisión de señales

Como es un tema de trascendental importancia para la ampliación del conocimiento sobre la forma real como funciona nuestro sistema nervioso (las comunicaciones) en el organismo, copiamos fielmente lo que aparece en un portal especializado, inclusive, no se traducen las figuras o los gráficos, para no entrar en conflictos de interpretación, cualquier aclaración, es solo visitar el portal de donde copiamos este tema.

*** : Visión general de la transmisión de señales**

Después de que se genera un potencial de acción en la neurona presináptica, este impulso total o ninguno se realiza a lo largo del axón hasta la terminación del axón (el botón terminal). En el botón terminal presináptico, la llegada del potencial de acción desencadena la liberación de neurotransmisores (ver Figura 5.3.2). Los neurotransmisores cruzan la brecha sináptica y los subtipos de receptores abiertos en forma de llave y llave (ver Figura 5.3.2). Dependiendo del tipo de neurotransmisor, se produce un EPSP o IPSP en la dendrita de la célula postsináptica. Los neurotransmisores que abren canales de Na+ o calcio (Ca+) provocan una EPSP; un ejemplo son los receptores NMDA, los cuales son activados por el glutamato (el principal neurotransmisor excitatorio en el cerebro). En contraste, los neurotransmisores que abren canales Cl- o K+ provocan un IPSP; un ejemplo son los receptores del ácido gamma-aminobutrírico (GABA), los cuales son activados por GABA, el principal neurotransmisor inhibidor en el cerebro. Una vez que las EPSP y las IPSP ocurren en el sitio postsináptico, el proceso de comunicación dentro y entre neuronas se activa en ciclos (ver Figura 5.3.3). Un neurotransmisor que no se une a los receptores es

descompuesto e inactivado por enzimas o células gliales, o bien es devuelto al botón terminal presináptico en un proceso llamado recaptación (Figura 5.3.2, Paso 6).

*** : Transmisión sináptica**

La transmisión de mensajes neuronales a través de la brecha sináptica, a través de la liberación del transmisor de una neurona presináptica a sitios receptores possinápticos en una neurona possináptica, se llama transmisión sináptica o neurotransmisión. La transmisión sináptica es fundamental para la capacidad del cerebro para procesar información, generar estados mentales y generar comportamiento adaptativo. Algunas sinapsis son puramente eléctricas y hacen conexiones eléctricas directas entre neuronas (por ejemplo, entre células de cesta en el cerebelo). Sin embargo, la mayoría de las sinapsis son sinapsis químicas, involucrando neurotransmisores. La transmisión de señales neuronales a través de sinapsis químicas es más compleja que en las sinapsis eléctricas e implica muchos pasos.

+ : **Sinapsis Eléctricas**

Las sinapsis eléctricas son mucho menos comunes que las sinapsis químicas, pero sin embargo se distribuyen por todo el cerebro. En las sinapsis químicas se necesita neurotransmisor para la comunicación entre neuronas, pero para las sinapsis eléctricas este no es el caso. En las sinapsis eléctricas, la corriente, los iones y las moléculas pueden fluir entre dos neuronas a través de conexiones físicas directas que permiten que el citoplasma fluya entre ellas. La conexión física entre neuronas con sinapsis eléctricas está en forma de estructuras de poros grandes, llamadas conexones, en uniones de brecha entre tales neuronas.

La comunicación entre neuronas con sinapsis eléctricas es más rápida que en las sinapsis químicas que deben pasar por más pasos para transmitir señales a otra neurona. Por lo tanto, las sinapsis eléctricas a menudo se encuentran en sistemas neuronales que requieren una respuesta rápida como reflejos defensivos. Las sinapsis eléctricas pueden comunicar señales en ambas direcciones entre las neuronas en contraste con las sinapsis químicas que

transmiten mensajes en una dirección, desde la liberación presináptica por transmisor hasta la neurona possináptica.

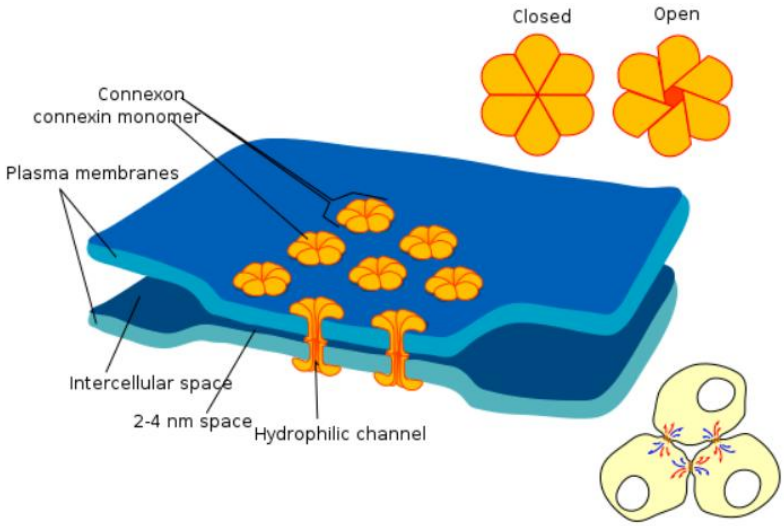


Figura 4.16.1 Gap junction en una sinapsis eléctrica. Dos neuronas adyacentes con sinapsis eléctrica entre ellas pueden comunicarse a través de canales hidrofílicos Tenga en cuenta que la brecha entre las membranas celulares de las neuronas pre y possinápticas en las sinapsis eléctricas es mucho menor que la brecha sináptica en las sinapsis químicas que es aproximadamente 10 veces mayor. (Imagen de Wikimedia Commons; Archivo: Gap cell junction-en.svg; por Mariana Ruiz LadyOfHats.

https://commons.wikimedia.org/wiki/F...unction-en.svg; por Mariana Ruiz LadyOfHats; dominio público por su autor, LadyOfHats).

+ : **Sinapsis Químicas**

Se discutió previamente qué iones están involucrados en el mantenimiento del potencial de la membrana en reposo. No es sorprendente que algunos de estos mismos iones estén involucrados en el potencial de acción. Cuando la celda se despolariza (carga más positiva) y alcanza el umbral de excitación, esto provoca que se abra un canal de Na+ dependiente del voltaje. Un canal iónico dependiente del voltaje es un canal que se abre, permitiendo que algunos iones entren o salgan de la celda, dependiendo de cuándo la celda alcance un potencial de membrana particular (es decir, un voltaje particular).

Cuando la celda está en el potencial de membrana en reposo, estos canales de Na+ dependientes del voltaje están cerrados. Como aprendimos anteriormente, tanto la difusión de los gradientes de concentración como la presión electrostática de los gradientes de carga están empujando iones Na+ hacia el interior de la célula. Sin embargo, Na+ no puede permear la membrana cuando la célula está en reposo.

Una vez que estos canales se abren cuando se ha alcanzado el umbral de activación, Na+ se precipita dentro de la celda, provocando que la celda se cargue muy positivamente en relación con el exterior de la celda. Esto es responsable de la fase ascendente o despolarizante del potencial de acción (ver Módulo 5.2). El interior de la célula se carga muy positivamente, desde aproximadamente +30mV hasta aproximadamente +60mv, dependiendo de la neurona particular.

En este punto, los canales de Na+ se cierran y se vuelven refractarios. Esto significa que los canales de Na+ no pueden volver a abrirse hasta después de que la célula regrese al potencial de la membrana en reposo. Así, un nuevo potencial de acción no puede ocurrir durante el periodo refractario. El periodo refractario también asegura que el potencial de acción solo pueda moverse en una dirección hacia abajo del axón, alejándose del soma.

A medida que la celda se vuelve más despolarizada, se abre un segundo tipo de canal dependiente del voltaje; este canal es permeable a K+. Con el interior de la celda muy positivo en relación con el exterior de la celda (despolarizado) y la alta concentración de K+ dentro de la celda, tanto la fuerza de difusión, a lo largo de gradientes de concentración, como la fuerza de presión electrostática, a lo largo de gradientes de carga, impulsan K+ fuera de la celda. El movimiento de K+ fuera de la célula hace que el potencial celular regrese al potencial de la membrana en reposo; esta es la fase descendente o hiperpolarizante del potencial de acción.

Una hiperpolarización corta se produce parcialmente debido al cierre gradual de los canales de K+. Con los canales de Na+ cerrados, la presión electrostática de un gradiente de carga de K+ continúa

empujando a K+ fuera de la celda. Además, la bomba de sodio-potasio está empujando a Na+ fuera de la celda. La célula regresa al potencial de la membrana en reposo y el exceso de K+ extracelular se difunde. Este intercambio de iones Na+ y K+ ocurre muy rápidamente, en menos de un milisegundo.

El potencial de acción se produce en un movimiento ondulatorio hacia abajo del axón hasta que alcanza el botón terminal. Solo se ven afectados los canales iónicos muy próximos al potencial de acción, lo que provoca que el potencial de acción se regenere a lo largo del axón, lo que crea el movimiento del potencial de acción hacia abajo del axón.

La unión de un neurotransmisor a su receptor es reversible, y por una buena razón. Mientras esté unido a un receptor post sináptico, un neurotransmisor continúa afectando el potencial de membrana, por lo que debe ser eliminado de la sinapsis. Los efectos del neurotransmisor generalmente duran unos milisegundos antes de ser terminados.

Si el transmisor utilizado no es removido o inactivado puede provocar sobreactivación de neuronas, potencialmente conduciendo a estados mentales patológicos y comportamiento si se ven afectadas suficientes sinapsis. La terminación del neurotransmisor puede ocurrir de tres maneras: Primero, la recaptación por astrocitos o por el terminal presináptico donde el transmisor usado puede ser destruido por enzimas (Figura 5.3.2, paso 6).

En segundo lugar, la degradación por enzimas en la hendidura sináptica como la enzima, la acetilcolinesterasa, que destruye el transmisor de acetilcolina usado. Tercero, difusión del neurotransmisor a medida que se aleja de la sinapsis. Nuevamente, la destrucción o eliminación del transmisor usado de la sinapsis después de que haya realizado su trabajo es esencial para el funcionamiento normal del sistema nervioso.

Imagen microscópica de una terminación de axón cortada para mostrar vesículas sinápticas dentro del axón que terminan listas para liberar el transmisor.

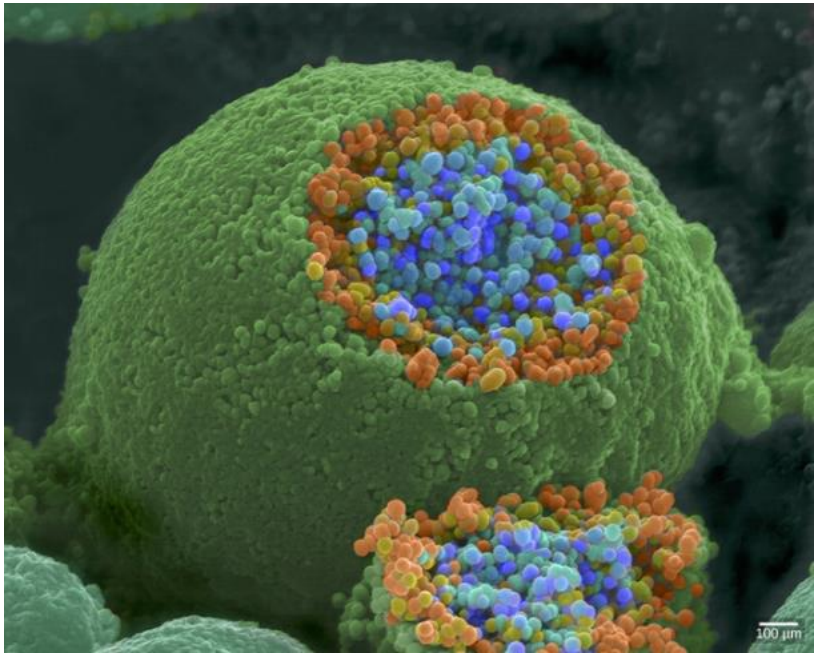


Figura 4.16.2. Vesículas sinápticas dentro de una neurona: Esta imagen pseudocoloreada tomada con un microscopio electrónico de barrido muestra un axón terminal que se rompió para revelar vesículas sinápticas (azul y naranja) dentro de la neurona. (Imagen y subtítulo adaptado de: Biología General (Boundless), Capítulo 35, El sistema nervioso;

https://bio.libretexts.org/Bookshelv...gy_(Boundless); el contenido de LibreTexts está licenciado por CC BY-NC-SA 3.0. Legal).

+ : **Sinapsis ionotrópicas y metabotrópicas**

Hay dos categorías principales de receptores postsinápticos: receptores ionotrópicos y receptores metabotrópicos.

Los receptores ionotrópicos, cuando son activados por un transmisor de una neurona presináptica, hacen que los canales iónicos se abran, permitiendo que los iones, con sus cargas eléctricas, se muevan a través de la membrana celular de la neurona receptora (postsináptica), provocando una EPSP o una IPSP (ver arriba). Estos son receptores de acción rápida y están involucrados en el tipo de transmisión neural que hemos estado describiendo anteriormente. Los receptores ionotrópicos son receptores en canales iónicos que se abren, permitiendo que algunos iones entren o salgan de la célula, dependiendo de la presencia de un neurotransmisor particular. El

tipo de neurotransmisor y la permeabilidad del canal iónico que activa determinará si ocurre un EPSP o IPSP en la dendrita de la célula postsináptica. Estos EPSP e IPSP suman y determinan si se generará un potencial de acción.

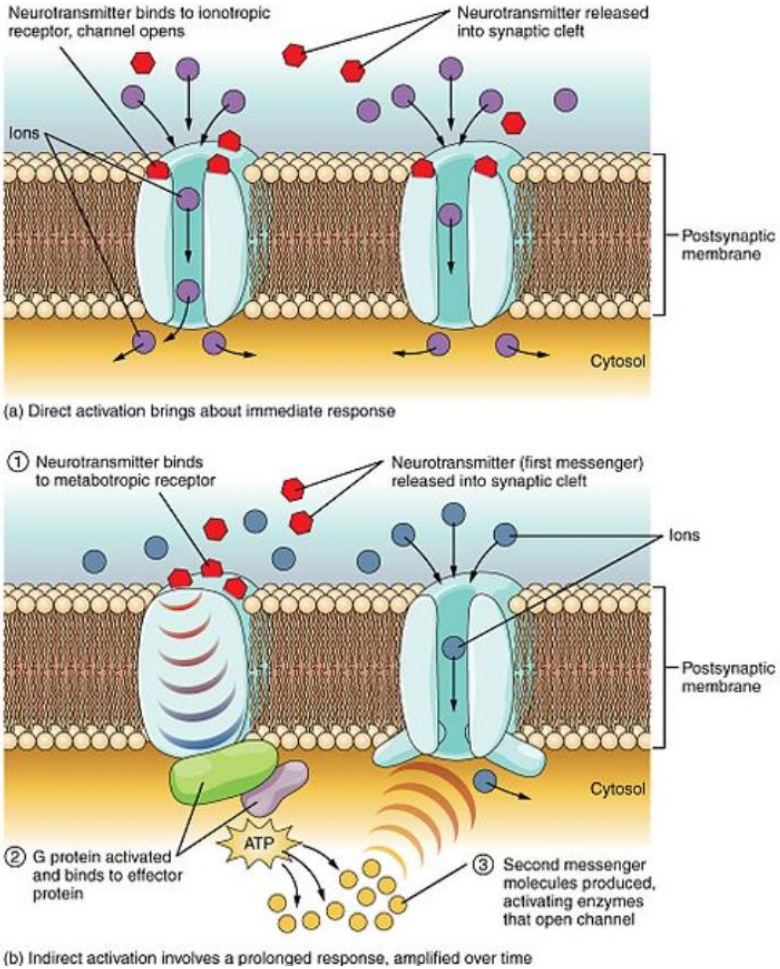


Figura 4.16.3. Comparación de Receptores Postsinápticos Ionotrópicos y Metabotrópicos. La imagen en la parte superior (a) muestra receptores ionotrópicos que cuando se activan por el transmisor abren canales iónicos inmediatamente dando como resultado movimiento iónico y una respuesta inmediata, un potencial postsináptico. La imagen en la parte inferior (b) muestra receptores metabotrópicos que cuando son activados por el transmisor inician un segundo sistema mensajero. Los segundos mensajeros pueden tener una variedad de efectos que incluyen la apertura indirecta de canales iónicos (Imagen de Wikimedia Commons;

Archivo:1226 Receptor Types.jpg; https://commons.wikimedia.org/wiki/F...ptor_Types.jpg; por OpenStax; licenciado bajo la Creative Commons Atribución 4.0 Licencia internacional).

Por el contrario, los receptores metabotrópicos (generalmente acoplados con proteínas G; es decir, proteínas de unión a nucleótidos de guanina), cuando se activan por un transmisor de una neurona presináptica, actúan indirectamente y más lentamente, utilizando segundos mensajeros para producir una variedad de efectos metabólicos para modular la actividad celular. Estos efectos incluyen cambios en la transcripción génica, regulación de proteínas en la célula, liberación de Ca+ (iones calcio) dentro de la célula y efectos sobre los canales iónicos en la membrana celular de la neurona (Sterling & Laughlin, 2015). Dicha modulación de neuronas y sinapsis puede ser más duradera que los efectos de la activación de receptores ionotrópicos y puede desempeñar un papel importante en los mecanismos de aprendizaje y memoria a nivel celular (Nadim y Bucher, 2014).

*** : Resumen de 8 pasos de la transmisión sináptica**

Aquí hay un resumen de 8 pasos algo simplificado pero útil de los pasos en la transmisión sináptica en sinapsis con receptores ionotrópicos:

2) el aumento de Ca+2 intracelular en la terminación del axón se une a las vesículas sinápticas a la membrana presináptica desencadenando la liberación del transmisor de vesículas sinápticas en la terminación axónica de esta neurona presináptica

3) moléculas de neurotransmisor cruzan el espacio sináptico lleno de líquido entre las neuronas pre y possinápticas

4) moléculas de transmisor se unen a sitios receptores ionotrópicos possinápticos en la dendrita o soma de la neurona possináptica en el otro lado del espacio sináptico

5) esta interacción de “cerradura y llave”, entre las moléculas transmisoras y los sitios receptores a los que se unen, “abre puertas”, es decir, provoca que orificios o poros (canales iónicos) en la membrana celular de la neurona possináptica se abran a iones

específicos (átomos cargados eléctricamente; sodio, cloruro, potasio)

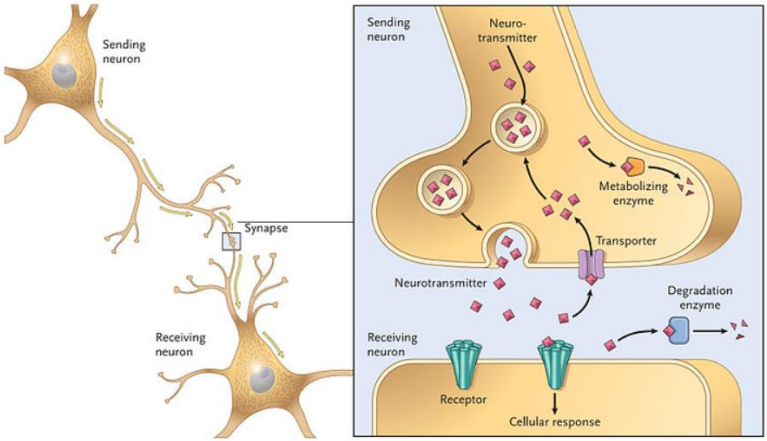


Figura 4.16.4. La imagen de la izquierda muestra dos neuronas comunicándose entre sí (transmisión sináptica). La neurona en la parte superior es la neurona emisora o presináptica. La neurona en la parte inferior es la neurona receptora o possináptica. En la imagen de la izquierda de la figura, observe la pequeña caja en la sinapsis. Esta caja se agranda en la imagen del lado derecho de la figura para revelar detalles de la sinapsis y eventos allí durante la transmisión sináptica. El extremo axón o boton/botón de la neurona presináptica está en la parte superior. Vemos moléculas transmisoras (pequeños cuadrados rojos) transportadas por el axón (flecha) desde el cuerpo celular hasta el axón terminando donde se almacenan en vesículas sinápticas (círculos amarillos que contienen pequeños cuadrados rojos, es decir, moléculas transmisoras).

Cuando un impulso nervioso (potencial de acción) alcanza la terminación del axón, los iones de calcio ingresan al extremo axón/botono/botón haciendo que las vesículas sinápticas se muevan hacia la membrana celular del extremo axón (pasos 1 y 2 mencionados anteriormente) causando la liberación de moléculas transmisoras dentro y a través del espacio sináptico (pasos 2 y 3). Las moléculas transmisoras se unen a receptores possinápticos (verdes) provocando que canales iónicos específicos (“puertas”) se abran a iones específicos (pasos 4 y 5). Los iones (no mostrados en esta figura) se mueven a través de los canales iónicos en la membrana celular de la neurona possináptica (etapa 6) con sus cargas eléctricas cambiando el voltaje dentro de la neurona possináptica (ya sea una EPSP o una IPSP). Si se alcanza el umbral de activación (aproximadamente 55 milivoltios negativos), se genera un potencial de acción en la neurona receptora, que ahora se convierte en una neurona emisora para la siguiente célula en línea (no se muestra en esta figura). “La inactivación del transmisor utilizado es la etapa final, etapa 8, y se representa en esta figura por “" degradación enzimática "” (destrucción

enzimática).” (Imagen de Wikimedia Commons; Archivo: Neurotransmisor Genérico System.jpg;

https://commons.wikimedia.org/wiki/F...ter_System.jpg; por NIDA (NIH); esta obra es de dominio público en Estados Unidos. Leyenda de Kenneth A. Koenigshofer, Ph.D.).

6) los iones se mueven (a lo largo de gradientes de carga y concentración) a través de canales iónicos específicos a través de la membrana celular dentro o fuera de la neurona possináptica, llevando consigo sus cargas eléctricas, alterando el potencial eléctrico dentro de la neurona possináptica (como se señaló anteriormente, esto cambio de voltaje se llama potencial possináptico o PSP). Si el transmisor es excitatorio, entonces los canales de sodio se abren y los iones de sodio (Na+) siguen los gradientes eléctricos y de carga hacia la neurona possináptica haciendo que el voltaje dentro de la neurona sea más positivo (un EPSP). Si el transmisor es inhibitorio, piense en los iones cloruro (Cl -) entrando y los iones de potasio (K+) saliendo, haciendo que el interior de la neurona postsináptica esté más cargado negativamente, alejando el voltaje de la neurona más lejos del umbral de activación, inhibiendo así la neurona de disparo (esto es un IPSP). Los EPSP y los IPSP pueden sumar.

7) si el cambio de voltaje en la neurona postsináptica es positivo (un EPSP) y si es lo suficientemente grande, o si las entradas sumadas (suma) son lo suficientemente positivas como para alcanzar el “umbral de activación” de la neurona postsináptica (-55 milivoltios), entonces los canales de Na+ se abren repentinamente (voltaje cerrado canales), Na+ se precipita dentro de la célula, y se genera un potencial de acción en la neurona postsináptica (receptora), que ahora se convierte en una neurona presináptica (emisora) para la siguiente célula en línea. El potencial de acción se genera en el montículo del axón y luego se conduce a lo largo del axón, saltando de nodo a nodo si el axón está mielinizado. A medida que el Na+ se precipita dentro de la célula, esto es responsable de la fase ascendente o despolarizante del potencial de acción (ver Figura 5.3.2).

8) Inactivación del transmisor usado (por su recaptación en la neurona presináptica o por su destrucción enzimática por enzimas específicas)

Dibujos de sinapsis química que ilustran etapas en la transmisión sináptica, muestran el transmisor de liberación final de axón. Ver texto.

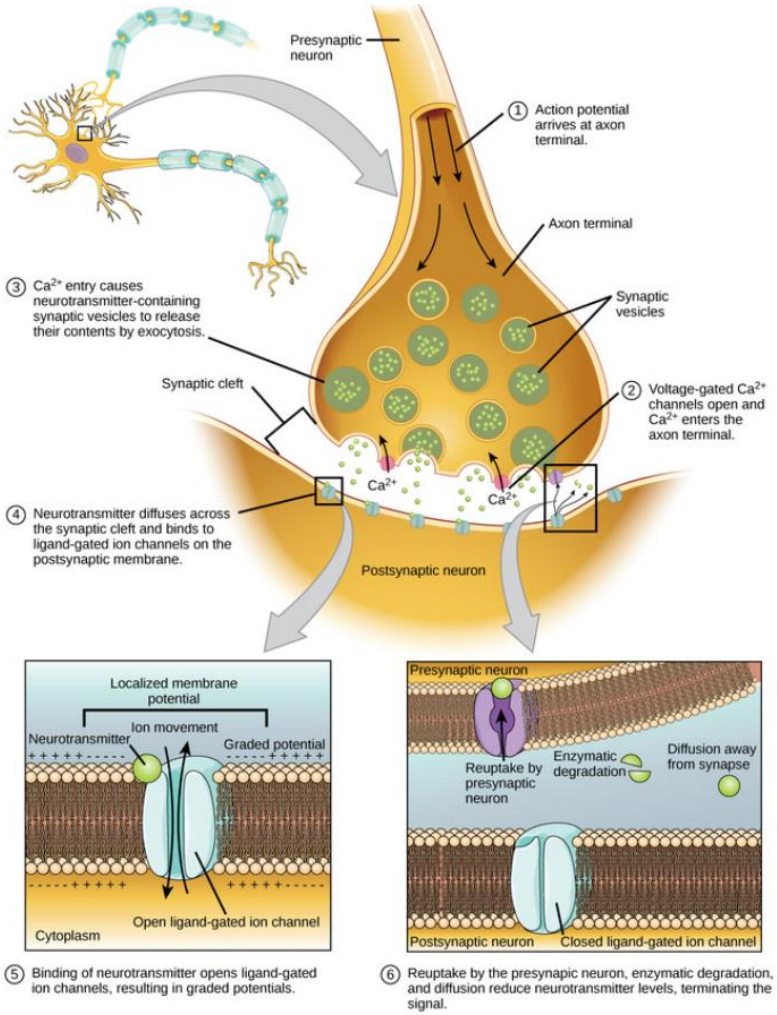


Figura 4.16.5. Comunicación en una sinapsis química: La comunicación en las sinapsis químicas requiere liberación de neurotransmisores (consultar el resumen de 8 pasos anterior). Cuando la membrana presináptica se despolariza, los canales de Ca2+ regulados por voltaje se abren y permiten que el Ca2+ entre en la celda. La

entrada de calcio hace que las vesículas sinápticas se fusionen con la membrana y liberen moléculas neurotransmisoras en la hendidura sináptica. El neurotransmisor se difunde a través de la hendidura sináptica y se une a canales iónicos regulados por ligando (canales abiertos por transmisor químico) en la membrana postsináptica, dando como resultado una despolarización localizada (EPSP) o hiperpolarización (IPSP) de la neurona postsináptica dependiendo del tipo de transmisor. excitatorio o inhibitorio. (Imagen y subtítulo adaptado de: Biología General (Boundless), Capítulo 35, El sistema nervioso; https://bio.libretexts.org/Bookshelv...gy_(Boundless); el contenido de LibreTexts está licenciado por CC BY-NC-SA 3.0. Legal).

*** : Tipos de neurotransmisores**

Hay al menos 60-100 neurotransmisores y probablemente muchos otros aún por descubrir. Los más conocidos pueden agruparse en tipos en función de su estructura química.

Hoy en día, la mayoría de los neurocientíficos te dirán que la mayoría de las neuronas liberan el mismo neurotransmisor de sus axones, razón por la cual es posible que veas algunas neuronas denominadas “dopaminérgicas” o “serotoninérgicas”, liberando dopamina o serotonina, respectivamente. Pero un nuevo trabajo en el campo ha descubierto que las neuronas no son fijas cuando se trata de los químicos que liberan.

Algunas células cambian el tipo de neurotransmisores que liberan dependiendo de las circunstancias, a veces liberando hasta cinco tipos diferentes. Los científicos llaman a este fenómeno “cambio de neurotransmisores”.

Los neurotransmisores, al más alto nivel, se pueden clasificar en dos tipos: transmisores de molécula pequeña y neuropéptidos. Los transmisores de moléculas pequeñas, como la dopamina y el glutamato, suelen actuar directamente sobre las células vecinas. Los neuropéptidos, moléculas pequeñas como la insulina y la oxitocina, funcionan más sutilmente, modulando o ajustando la forma en que las células se comunican en la sinapsis. Estos poderosos neuroquímicos están en el centro de la neurotransmisión y, como tales, son críticos para la cognición y el comportamiento humanos.

A menudo, se habla de los neurotransmisores como si tuvieran un solo papel o función. La dopamina es un “químico del placer” y GABA es un neurotransmisor de “aprendizaje”. Pero los neurocientíficos

están descubriendo que son multifacéticos y complejos, trabajando entre sí y en contra para facilitar la señalización neuronal a través de la corteza. Aquí hay una lista de algunos de los neurotransmisores más comunes discutidos en neurociencia.

+ : **Aminoácidos neurotransmisores**

Glutamato (GLU). Este es el neurotransmisor excitatorio más común y abundante. El glutamato tiene un papel importante en las funciones cognitivas como el pensamiento, el aprendizaje y la memoria. Demasiado glutamato resulta en excitotoxicidad, o la muerte de neuronas por accidente cerebrovascular, lesión cerebral traumática o esclerosis lateral amiotrófica (ELA), el trastorno neurodegenerativo debilitante más conocido como la enfermedad de Lou Gehrig. GLU también es importante para el aprendizaje y la memoria: la potenciación a largo plazo (LTP), ocurre en las neuronas glutamatérgicas en el hipocampo y la corteza.

Ácido gamma-aminobutíco (GABA). GABA trabaja para inhibir la señalización neuronal. El GABA es el neurotransmisor inhibidor más común en el sistema nervioso, particularmente en el cerebro. Una nueva investigación sugiere que GABA ayuda a establecer circuitos cerebrales importantes en el desarrollo temprano. GABA también tiene un apodo: la "química de aprendizaje". Los estudios han encontrado un vínculo entre los niveles de GABA en el cerebro y si el aprendizaje es exitoso o no.

Glicina. La glicina es el neurotransmisor inhibidor más común en la médula espinal y participa en el procesamiento auditivo, el dolor y el metabolismo.

+ : **Neurotransmisores monoaminas**

Los neurotransmisores monoaminas están involucrados en la conciencia, la cognición, la atención y la emoción.

Serotonina (5HT). La serotonina es un neurotransmisor inhibidor. La serotonina ayuda a regular el estado de ánimo, patrones de sueño, sexualidad, ansiedad, apetito y dolor. Las enfermedades asociadas con el desequilibrio de serotonina incluyen trastorno afectivo estacional, ansiedad, depresión, fibromialgia y dolor crónico. Los medicamentos que regulan la serotonina y tratan estos trastornos

incluyen inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina (ISRS) e inhibidores de la recaptación de serotonina-**norepinefrina (IRSN),** que aumentan los niveles de transmisor al inhibir su recaptación después de haber realizado su trabajo en los sitios receptores postsinápticos. La serotonina (5HT), a veces llamada el "químico calmante", es mejor conocida por sus efectos moduladores del estado de ánimo. La falta de 5HT se ha relacionado con depresión y trastornos neuropsiquiátricos relacionados. La 5HT también se ha implicado en facilitar la memoria y, más recientemente, en la toma de decisiones

Histamina. La histamina regula las funciones corporales, incluyendo la vigilia, el comportamiento alimentario y la motivación.

Dopamina (DA). La dopamina está involucrada en el sistema de recompensa del cerebro, los sentimientos de placer, la excitación cognitiva, el aprendizaje, el foco de atención, la concentración, la memoria, el sueño, el estado de ánimo y la motivación. La dopamina a menudo se conoce como el "químico del placer" porque se libera cuando los mamíferos reciben una recompensa en respuesta a su comportamiento; esa recompensa podría ser comida, drogas o sexo. Las enfermedades asociadas con disfunciones del sistema de dopamina incluyen la enfermedad de Parkinson, la esquizofrenia, la enfermedad bipolar, el síndrome de piernas inquietas y el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH). Muchas drogas altamente adictivas (cocaína, metanfetaminas, anfetaminas) actúan directamente sobre los circuitos de dopamina del cerebro.

Epinefrina. La epinefrina (también llamada adrenalina) y la norepinefrina (ver abajo) son responsables de la "respuesta de lucha o huida" al miedo y al estrés, activando el sistema nervioso simpático (ver Capítulo 4).

Norepinefrina (NE). La norepinefrina es tanto una hormona como un neurotransmisor. Algunos se refieren a ella como noradrenalina. Se ha relacionado con el estado de ánimo, la excitación, la vigilancia, la memoria y el estrés. Investigaciones más recientes se han centrado en su papel tanto en el trastorno de estrés postraumático (TEPT) como en la enfermedad de Parkinson. La norepinefrina (noradrenalina) aumenta la presión arterial, la frecuencia cardíaca, el estado de alerta, la excitación, la atención y el enfoque. Muchos

medicamentos (estimulantes y medicamentos para la depresión) aumentan la norepinefrina para mejorar el enfoque o la concentración para tratar el TDAH o para reducir los síntomas de la depresión.

+ : **Neurotransmisores peptídicos**

Los péptidos son cadenas cortas de aminoácidos.

Endorfinas. Las endorfinas son analgésicos naturales. Son sustancias naturales similares a los opiáceos, similares en propiedades moleculares a la morfina. La liberación de endorfinas reduce el dolor y eleva el estado de ánimo. Son opiáceos endógenos liberados por el hipotálamo y la glándula pituitaria durante el estrés o el dolor.

Acetilcolina (ACh)

Este neurotransmisor excitatorio se encuentra tanto en el sistema nervioso central como periférico, específicamente en el sistema nervioso autónomo y en las neuronas motoras espinales liberando acetilcolina sobre los músculos esqueléticos produciendo movimientos. También se involucra en la memoria, la motivación, el deseo sexual, el sueño y el aprendizaje. Las anomalías en los niveles de acetilcolina están asociadas con la enfermedad de Alzheimer. Pero también tiene otros papeles en el cerebro, incluyendo ayudar a dirigir la atención y desempeñar un papel clave en facilitar la neuro plasticidad a través de la corteza.

*** : Otros Neurotransmisores**

Los neuroquímicos como la oxitocina y la vasopresina también se clasifican como neurotransmisores. Elaborados y liberados del hipotálamo, actúan directamente sobre las neuronas y se han relacionado con la formación de vínculos de pareja, comportamientos monógamos y adicción a las drogas. Hormonas como el estrógeno y la testosterona también pueden funcionar como neurotransmisores e influir en la actividad sináptica.

Otros tipos de neurotransmisores incluyen el factor liberador de corticotropina (CRF), galanina, encefalina, dinorfina y neuropéptido Y. CRH, dinorfina y neuropéptido Y han sido implicados en la respuesta del cerebro al estrés. La galanina, la encefalina y el neuropéptido Y a menudo se denominan “cotransmisores”, porque

se liberan y luego trabajan en asociación con otros neurotransmisores. La encefalina, por ejemplo, se libera con glutamato para señalar el deseo de comer y procesar recompensas.

A medida que los neurocientíficos están aprendiendo más sobre la complejidad de la neurotransmisión, es claro que el cerebro necesita estas diferentes moléculas para que pueda tener un mayor rango de flexibilidad y función.

+ : **Neurotransmisores de liberación de glía, también**

Alguna vez se creía que solo las neuronas liberaban neurotransmisores. Nuevas investigaciones, sin embargo, han demostrado que la glía, las células que conforman el "pegamento" que llena el espacio entre las neuronas para ayudar a apoyar y mantener esas células, también tienen el poder de liberar neurotransmisores en las sinapsis. En 2004, los investigadores encontraron que las células gliales liberan glutamato en sinapsis en el hipocampo, ayudando a sincronizar la actividad de señalización.

Se sabe que los astrocitos, una célula glial en forma de estrella, liberan una variedad de neurotransmisores diferentes en la sinapsis para ayudar a fomentar la plasticidad sináptica, cuando es necesario. Los investigadores están trabajando diligentemente para comprender las contribuciones de estos diferentes tipos de células, y las moléculas neurotransmisoras que liberan, sobre cómo piensan, sienten y se comportan los humanos.

*** : Diferentes tipos de receptores activados por el mismo transmisor**

Existen diferentes tipos de receptores para transmisores de un tipo específico. Por ejemplo, para la dopamina existen al menos 5 tipos, receptores D1 a D5, todos para transmisores de dopamina. Diferentes tipos de receptores para un transmisor específico pueden localizarse en diferentes partes del cerebro y, por lo tanto, pueden producir diferentes efectos y tener diferentes funciones.

La función de cada tipo de receptor de dopamina (Mishra, et al., 2018):

D1: memoria, atención, control de impulsos, regulación de la función renal (renal), locomoción (movimiento)

D2: locomoción, atención, sueño, memoria, aprendizaje

D3: cognición, control de impulsos, atención, sueño

D4: cognición, control de impulsos, atención, sueño

D5: toma de decisiones, cognición, atención, secreción de renina (por el riñón)

De particular interés, el trastorno mental esquizofrenia, caracterizado por pensamientos desordenados, alucinaciones y delirios, se asocia con un exceso de actividad de la neurona dopamina en el cerebro. Algunos tratamientos farmacológicos para la esquizofrenia disminuyen la actividad principalmente en los receptores D2.

Otro ejemplo es el transmisor de acetilcolina. Existen dos tipos distintos de receptores de acetilcolina afectados por dos sustancias diferentes, ya sea muscarina o nicotina. Aquellos receptores postsinápticos de acetilcolina que responden a la muscarina se denominan receptores muscarínicos. Aquellos que responden a la nicotina (en los productos de tabaco, por ejemplo) se llaman nicotínicos. Los receptores nicotínicos hacen que las neuronas simpáticas postganglionares y las neuronas posganglionares parasimpáticas se disparen y liberen sus sustancias químicas y hacen que el músculo esquelético se contraiga. Los receptores muscarínicos se asocian principalmente con funciones parasimpáticas y estimulan receptores localizados en tejidos periféricos (por ejemplo, glándulas, músculo liso). El transmisor de acetilcolina activa todos estos sitios.

*** : Transmisión sináptica en revisión**

Resumimos la secuencia de eventos en la transmisión sináptica en sinapsis con receptores ionotrópicos:

Potencial de acción en la neurona presináptica — liberación del transmisor — el transmisor cruza la brecha sináptica — el transmisor se conecta a sitios receptores postsinápticos — canales iónicos abiertos — los iones se mueven — resultados de PSP — si el PSP es

un EPSP y si el EPSP es lo suficientemente grande (o si la suma da como resultado un cambio de voltaje grande suficiente), luego se alcanza un umbral desencadenante de -55mv en la neurona postsináptica —la neurona postsináptica produce su propio potencial de acción. Estos mismos pasos se resumen en los primeros 7 de los 8 pasos en transmisión sináptica enumerados anteriormente. El último paso es la inactivación del transmisor.

El potencial de acción provoca la liberación del transmisor que produce EPSP o IPSP; si se alcanza el umbral de activación, se produce un nuevo potencial

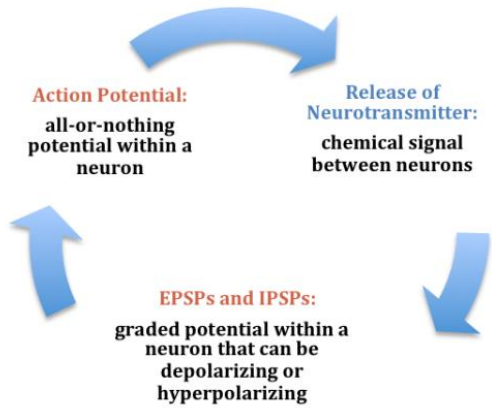


Figura 4.16.6. Resumen de la comunicación electroquímica dentro y entre neuronas.

(Imagen de Furtak, S. (2021). Neuronas. En R. Biswas-Diener & E. Diener (Eds), serie de libros de texto Noba: Psicología. Champaign, IL: Editores DEF. Recuperado de http://noba.to/s678why4).

El paso 8 en la lista de 8 pasos anteriores simplemente se refiere al hecho de que después de que las moléculas transmisoras liberadas hayan hecho su trabajo, las moléculas transmisoras usadas deben limpiarse de la sinapsis. De no ser así, la neurona receptora se verá afectada durante demasiado tiempo y esto puede resultar en disfunción en la sinapsis, dando como resultado efectos patológicos, y si se producen en un gran número de sinapsis puede provocar anomalías como convulsiones o alucinaciones u otros efectos desadaptativos.

Como se señaló anteriormente, la eliminación del transmisor usado se logra mediante dos mecanismos, la recaptación y la destrucción enzimática. La recaptación significa que el transmisor usado se reabsorbe de nuevo en la terminación presináptica de la que se liberó. La destrucción enzimática significa que el transmisor usado es destruido químicamente por una enzima, y con ello inactivado.

Si el paso 8, inactivación del transmisor, no ocurriera, en el caso de los transmisores excitatorios, entonces la neurona possináptica estaría sobreactivada. Si esto ocurre a gran escala, en muchas sinapsis, como se señaló anteriormente, resultarán anomalías conductuales y mentales. Por ejemplo, existen algunos fármacos (Soman, Sarin, Malatión) que bloquean la destrucción enzimática del neurotransmisor Acetilcolina, ACh. Como se señaló anteriormente, la ACh es un transmisor involucrado en diversas funciones en el cerebro y el sistema nervioso periférico, incluyendo la estimulación de los músculos esqueléticos, los cuales son responsables del movimiento.

Soman y Sarin son agentes nerviosos. Bloquean la enzima acetilcolinesterasa, AChE, y con ello evitan la destrucción enzimática de ACh en las sinapsis motoras que estimulan los músculos. Como resultado, el exceso de ACh en los músculos provoca su sobreactivación. ¿El resultado? Convulsiones epilépticas tan intensas que puede ocurrir la muerte. El tratamiento para el envenenamiento por estos agentes es un fármaco que bloquea el neurotransmisor de acetilcolina en los sitios receptores de acetilcolina, contrarrestando los efectos del exceso de neurotransmisor de acetilcolina, previniendo o revirtiendo las convulsiones que de otra manera ocasionan estos agentes nerviosos.

*** : Neuronas, la mente y redes neuronales artificiales**

¿Cómo se relacionan estos procesos neuronales con el mundo real de nuestra experiencia y comportamiento consciente cotidiano? Como se menciona en el módulo 5.2, en especies de vertebrados complejos, las células nerviosas individuales y su actividad no controlan un comportamiento ni crean un pensamiento o un sentimiento. En cambio, se procesa la información, se crean estados mentales y los comportamientos se organizan por eventos

neuronales en circuitos complejos que involucran un gran número de neuronas. Es la interacción entre un gran número de neuronas, interconectadas por enormes cantidades de sinapsis, las que crean nuestras percepciones, pensamientos, emociones, o un comportamiento complejo como el habla humana o la creación de una obra de arte.

Se ha estudiado cómo grupos de neuronas en circuitos complejos pueden producir cosas complejas como una percepción o una memoria mediante modelado por computadora (ver Módulo 10.9). Las redes neuronales artificiales son modelos computacionales de circuitos neuronales y su funcionamiento. En un programa de computadora, las unidades artificiales de procesamiento de información, a veces llamadas "neurodas", están programadas para codificar y procesar información similar a cómo las neuronas procesan la información. Estas unidades de procesamiento similares a neuronas están interconectadas entre sí y organizadas en capas, y luego estas capas de unidades de procesamiento se conectan.

Una red neuronal artificial de tres capas (ver Módulo 10.9) es capaz de realizar algunas tareas de procesamiento de información muy complejas, produciendo respuestas similares a las que podría producir un cerebro real. Además, debido a que los neurodos artificiales o unidades de procesamiento reciben (por programadores) la capacidad de alterar las fortalezas o "pesos" de sus "conexiones sinápticas", las redes neuronales artificiales son capaces de aprender cuando se les da retroalimentación sobre su desempeño. Dadas estas propiedades, los investigadores (muchos de los cuales están en UC San Diego) han demostrado que las redes neuronales artificiales pueden aprender patrones y regularidades en insumos para hacer generalizaciones, formar categorías y resolver problemas complejos (Churchland, 2013).

Por ejemplo, una red neuronal, entrenada (electrónicamente) en los principios matemáticos utilizados para encontrar pruebas matemáticas, descubrió una prueba que había eludido a los matemáticos humanos durante muchas décadas. Otro, conocido como NetTalk, equipado con un sintetizador de voz y fotocélula "ojos" aprendió desde cero a leer y pronunciar correctamente el texto escrito en inglés. Logró esta hazaña asombrosa después de solo 10 horas de aprendizaje de prueba y error, durante las cuales se

le dio retroalimentación sobre sus intentos de pronunciación. Pasó por una etapa de balbuceo inicialmente, como lo haría un niño, pero pronto fue articulando un discurso comprensible. Cuando se probó en material nuevo, generalizó lo que había aprendido al nuevo texto incluyendo muchas palabras nuevas que no había "visto" antes. Un análisis realizado por investigadores de cómo lo hizo mostró que había formado categorías de letras, aprendiendo a dividirlas en vocales y consonantes, con reglas de pronunciación para cada categoría. Esto lo logró sin programación directa por parte de los humanos. Extrae regularidades de las palabras que se le presentaron, e hizo generalizaciones, reglas que aplicó a nuevos casos (Churchland, 2013).

Las redes neuronales artificiales utilizan una forma de procesamiento de información llamada procesamiento distribuido paralelo (PDP). Aunque estas redes no son cerebros, se han acercado más que cualquier otro modelo de computadora a simular la función cerebral y las capacidades psicológicas de cerebros reales. Esto sugiere que los cerebros biológicos pueden utilizar PDP, realizado por redes PDP hechas de neuronas reales, para producir los tipos de capacidades psicológicas y conductuales que los cerebros reales como el nuestro demuestran. Se trata de un área muy prometedora de investigación que se está llevando a cabo en los departamentos de psicología, informática y neurociencia en muchas universidades del mundo.

Tenga en cuenta que los circuitos en los cerebros biológicos, como el cerebro humano, aunque modificables por la experiencia, también están cableados en gran medida por la selección natural y otras fuerzas de la evolución (ver Capítulo 3). Esto explica el hecho de que los seres humanos tienen una naturaleza humana innata o innata al igual que otros animales tienen su propia naturaleza innata. Los humanos se relacionan con el mundo de una manera distintivamente humana, mientras que los lobos, tigres, aves, ñus y otras especies animales entienden y se relacionan con el mundo en sus propias formas típicas de especie particular. La naturaleza psicológica distintiva de cada especie es el resultado de los circuitos cerebrales heredados de sus predecesores, circuitos moldeados por eones de evolución (Koenigshofer, 2011).

Capítulo XVII : Neurotransmisores y sus receptores

*** : Aspectos generales**

Las neuronas del encefalo humano se comunican entre sí, en su mayor parte, liberando mensajeros químicos denominados "neurotransmisores". Se conoce actualmente una gran cantidad de neurotransmisores y aún quedan más por descubrir.

El principal neurotransmisor excitador del encéfalo es el aminoácido glutamato, mientras que el principal neurotransmisor inhibidor es el ácido y-aminobutírico (GABA)- Los neurotransmisores provocan respuestas eléctricas sinápticas al unirse a los receptores de los neurotransmisores y activarlos. La mayoría de los neurotransmisores son capaces de activar varios receptores diferentes y de generar muchos modos posibles de señalización sinápticas. Después de activar sus receptores postsinápticos, los neurotransmisores son eliminados de la hendidura sináptica por los transportadores de los neurotransmisores o por las enzimas degradadoras. Las anomalías en la función de los sistemas de neurotransmisores contribuyen a una amplia gama de trastornos neurológicos y psiquiátricos; por lo tanto, muchas terapias neuro farmacológicas se basan en fármacos que afectan a los neurotransmisores, a sus receptores o a los trasportadores responsables de eliminarlos de la hendidura sináptica.

Los receptores acoplados a proteínas G (GPCR), también llamados receptores metabotrópicos, son proteínas unidas a la membrana que activan las proteínas G después de unirse a los neurotransmisores. Al igual que los receptores ionotrópicos, los receptores metabotrópicos se localizan principalmente a lo largo de las dendritas o el cuerpo celular, pero pueden estar presentes en

cualquier lugar a lo largo de la neurona si hay una. Los receptores metabotrópicos también son importantes para recibir información entrante de otras neuronas. Los GPCR tienen efectos más lentos que los receptores ionotrópicos, pero pueden tener efectos duraderos, a diferencia de la breve acción de un potencial postsináptico.

Neurona ilustrada con flechas que indican la ubicación de canales regulados por voltaje a lo largo del axón y terminal. Detalles en pie de foto.

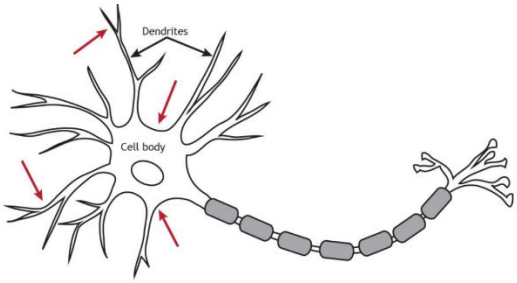


Figura 4.17.1. Los receptores metabotrópicos críticos para recibir información sináptica entrante se localizan principalmente a lo largo de las dendritas y el cuerpo celular. 'Localización del receptor' por Casey Henley está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial Compartir Igual (CC-BY-NC-SA) 4.0 Internacional.

+ : Proteínas G

Las proteínas G son enzimas con tres subunidades: alfa, beta y gamma. En el estado de reposo del complejo de proteína G, la subunidad alfa se une a una molécula GDP. Existen múltiples tipos de subunidades alfa, y cada una inicia diferentes cascadas celulares en la neurona.

Proteína G ilustrada. Detalles en pie de foto.

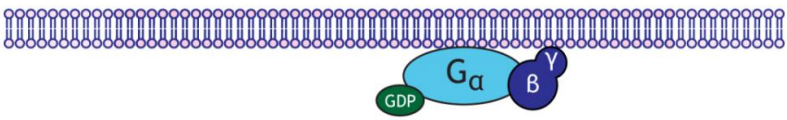


Figura 4.17.2. El complejo de proteína G inactivada en la célula consta de tres subunidades (alfa, beta y gamma) y una molécula GDP unida. 'G-Protein Complex' por Casey Henley está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial Compartir Igual (CC BY-NC-SA) 4.0 International License.

+ : Receptores acoplados a proteína G

Cuando un neurotransmisor se une a un GPCR, el receptor es capaz de interactuar con un complejo de proteína G inactivada. El complejo que se une es específico del receptor; diferentes receptores metabotrópicos para un mismo neurotransmisor pueden tener diferentes efectos en la célula debido a que se une la proteína G. Una vez acoplada al receptor, la molécula GDP se intercambia por una molécula GTP, y la proteína G se activa.

La unión del neurotransmisor a un receptor acoplado a proteína G provoca que el complejo de proteína G inactivada interactúe con el receptor. La molécula GDP se intercambia entonces por una molécula GTP, que activa el complejo de proteína G.

Después de la activación, el complejo de proteína G se separará en la subunidad alfa-GTP y la subunidad beta-gamma. Ambos componentes pueden alterar la función de las proteínas efectoras en la célula. Las funciones de las proteínas efectoras pueden variar desde alterar la permeabilidad iónica a través de la membrana abriendo canales iónicos hasta iniciar cascadas de segundos mensajeros. Las cascadas de segundos mensajeros pueden tener efectos celulares a largo plazo, generalizados y diversos, incluyendo la activación de enzimas celulares o la alteración de la transcripción génica.

Una vez activado, el complejo de proteína G se separará en la subunidad alfa-GTP y la subunidad beta-gamma. Estas subunidades pueden estimular o inhibir proteínas efectoras dentro de la célula.

+ : Efectos celulares de las proteínas G

Canales Iones Abiertos — Subunidad Beta Gamma

En ciertas situaciones, la subunidad beta-gamma activada puede abrir o cerrar canales iónicos y cambiar la permeabilidad de la membrana. Los receptores muscarínicos de acetilcolina en el corazón utilizan esta vía. Cuando la acetilcolina se une a un receptor muscarínico en la fibra del músculo cardíaco, la subunidad beta-gamma activada abre un tipo de canal de potasio llamado canal de potasio acoplado a proteína G que rectifica hacia adentro (GIRK), hiperpolarizando la célula. Este efecto inhibitorio explica por qué la

acetilcolina o un agonista como la atropina ralentizan la frecuencia cardíaca. Algunos GPCR, como los receptores muscarínicos de acetilcolina en el corazón, alteran la permeabilidad celular al abrir canales iónicos. La subunidad beta-gamma activada del receptor muscarínico abre los canales de potasio GIRK y permite el eflujo de potasio

+ : Segundo Mensajero Cascadas

Además de efectos directos como la subunidad beta-gamma activada abriendo canales iónicos, las proteínas G pueden tener muchas acciones indirectas en la célula mediante el uso de cascadas de segundos mensajeros. La vía específica del segundo mensajero que se activa o suprime por la acción de la proteína G depende del tipo de subunidad alfa.

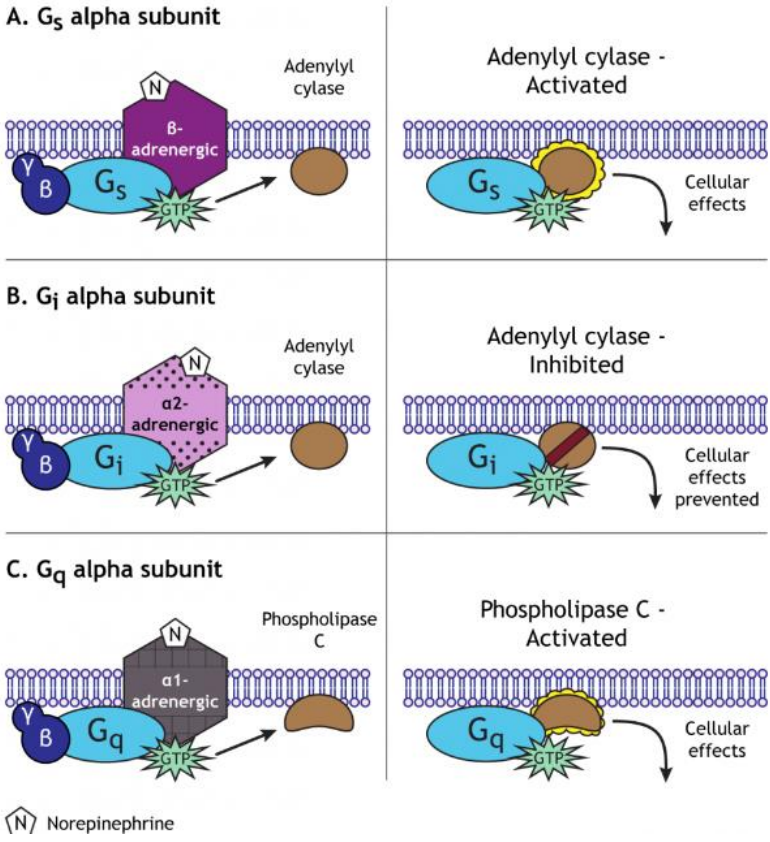


Figura 4.17.3. El uso de la vía del segundo mensajero y si esa vía es estimulada o inhibida depende del tipo de subunidad alfa en el complejo de proteína G.

Diferentes receptores se acoplan a diferentes complejos de proteína G. Esto permite que un neurotransmisor inicie múltiples tipos de cascadas de señalización. A) El receptor beta-adrenérgico de norepinefrina se acopla a la subunidad G y activa la adenil ciclasa, lo que inicia efectos celulares aguas abajo. B) El receptor alfa 2-adrenérgico de norepinefrina se acopla a la subunidad G i e inhibe la adenilciclasa, lo que evita los efectos celulares aguas abajo. C) El receptor alfa 1-adrenérgico de norepinefrina se acopla a la subunidad G q y activa la fosfolipasa C, lo que inicia efectos celulares aguas abajo. 'Efectos de la Subunidad Alfa' por Casey Henley está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial Compartir Igual (CC BY-NC-SA) 4.0 Internacional.

Por ejemplo, la norepinefrina puede actuar sobre receptores alfa o beta-adrenérgicos. Los GPCR beta-adrenérgicos se acoplan a una proteína G estimuladora, o G s, que inicia el sistema de segundo mensajero AMP cíclico (AMPc) activando la enzima adenilciclasa. Los receptores alfa 2-adrenérgicos, sin embargo, se acoplan a una proteína G inhibitoria, o G i, y suprimen la actividad de la adenil ciclasa. Los receptores alfa 1-adrenérgicos se acoplan a un tercer tipo de proteína G, G q, que activa la vía de la fosfolipasa C. Un neurotransmisor puede, por lo tanto, causar una amplia gama de efectos celulares después de unirse a GPCR, a diferencia de la función única del flujo iónico a través de los receptores ionotrópicos. La vía iniciada por la norepinefrina dependerá del tipo de receptor que exprese una célula específica.

El tipo de subunidad alfa determina la vía del segundo mensajero. Detalles en pie de foto.

+ : Cascada de Segundo Mensajero de AdenililCiclasa/

La ruta del segundo mensajero AMP cíclico (AMPc) es utilizada por muchos GPCR. La activación de la vía es causada por la subunidad alfa de G s y la inhibición de la vía es causada por la subunidad G i alfa. Cuando se activa, la adenilciclasa convierte el ATP en AMPc en el citoplasma, luego activa otra enzima llamada proteína quinasa A (PKA) uniéndose a las subunidades reguladoras, permitiendo que las subunidades catalíticas (funcionales) se separen y se activen. Las proteínas quinasas agregan una molécula de fosfato a las proteínas, un mecanismo llamado fosforilación. La adición del fosfato cambia la actividad de la proteína y cómo funciona en la célula.

Los GPCR que se acoplan a la subunidad alfa de G s inician la ruta adenilil ciclasa/AMPc. La subunidad G activa la adenil ciclasa, que

luego convierte el ATP en AMPc. El cAMP se une y activa la proteína quinasa A (PKA), que fosforila las proteínas en la célula.

Los efectos finales de esta vía dependerán de qué proteínas se dirigen. Por ejemplo, el AMPc puede abrir canales iónicos y PKA puede fosforilar canales iónicos alterando la permeabilidad y el potencial de membrana. La fosforilación puede abrir el canal, o puede modular la actividad del canal, haciendo que el canal sea más fácil de abrir o permanecer abierto por más tiempo.

La vía adenilil ciclasa/AMPc puede alterar muchas funciones celulares. Un ejemplo es que tanto AMPc como PKA pueden abrir canales iónicos. Al igual que los canales con puerta de enlace, también hay canales cerrados por campamento, que se abren después de la unión de cAMP. PKA es capaz de fosforilar y modular la función del canal iónico mediante la conversión de ATP en ADP.

Además de alterar la función del canal iónico, la PKA puede fosforilar otras proteínas importantes para la función de las neuronas, como las proteínas involucradas en la síntesis y liberación de neurotransmisores.

Otro objetivo crítico de la fosforilación de PKA es el factor de transcripción CREB (proteína de unión al elemento de respuesta AMPc). Los factores de transcripción se unen al ADN en el núcleo y cambian la tasa de transcripción génica. La fosforilación por PKA puede hacer que CREB inicie la transcripción de genes, creando nuevas proteínas para la neurona. Dependiendo de qué genes se transcriban, los efectos sobre la neurona pueden ser duraderos.

En general, los neurotransmisores que trabajan a través de GPCR y cascadas de segundos mensajeros como la vía de la adenil ciclasa pueden causar una amplia gama de efectos celulares: desde la apertura de canales iónicos, hasta el cambio de la actividad proteica a través de la fosforilación, hasta la alteración de las proteínas sintetizadas en la neurona.

PKA puede fosforilar una serie de proteínas involucradas con la función de las neuronas. Puede dirigirse a proteínas involucradas con la síntesis, empaquetamiento y liberación de neurotransmisores, o puede ingresar al núcleo y fosforilar CREB, un factor de transcripción que puede iniciar la transcripción génica y la síntesis de proteínas.

+ : Fosfolipasa C/IP 3/DAG Segundo Mensajero Cascada

La subunidad alfa de Gq inicia una vía de señalización separada en la célula activando la fosfolipasa C. La fosfolipasa C se dirige a PIP 2 (fosfatidilinositol 4,5-bisfosfato), que es un fosfolípido presente en la membrana plasmática de la célula. El PIP 2 se divide en dos moléculas celulares: IP 3 (inositol 1,4,5-trisfosfato) y DAG (diacilglicerol). DAG permanece en la membrana e interactúa con la proteína quinasa c (PKC). IP 3 se mueve al retículo endoplásmico donde abre los canales de calcio y permite que el calcio fluya hacia el citosol.

El calcio también es un segundo mensajero en la célula. Un efecto importante es la unión del calcio a la proteína calmodulina. Este complejo puede entonces activar otra quinasa, la proteína quinasa dependiente de calcio/calmodulina (CaMK). Tanto PKC como CaMK pueden fosforilar proteínas celulares y nucleares específicas como PKA.

La subunidad de proteína G q activa la fosfolipasa C, que convierte el fosfolípido PIP 2 en la membrana celular en DAG, otra molécula unida a la membrana, e IP 3, una molécula citoplásmica. DAG puede interactuar con PKA, iniciando la fosforilación de proteínas celulares. IP 3 abre canales de calcio en el retículo endoplásmico, permitiendo que el calcio fluya hacia el citoplasma. El calcio, otro segundo mensajero puede tener muchos efectos celulares. Puede unirse a la calmodulina, que luego activa CaMK, provocando la fosforilación de más dianas proteicas

+ : Amplificación de señal

Una característica de la activación del GPCR es la amplificación de la señal que tiene lugar. Un receptor es capaz de activar más de un complejo de proteína G. La proteína efectora activada por la proteína G puede crear muchos segundos mensajeros, y las proteínas quinasas activadas pueden fosforilar múltiples proteínas celulares. Esto significa que un neurotransmisor puede tener un efecto significativo en la función celular.

Los receptores acoplados a proteína G permiten la amplificación de la señal. Detalles en pie de foto.

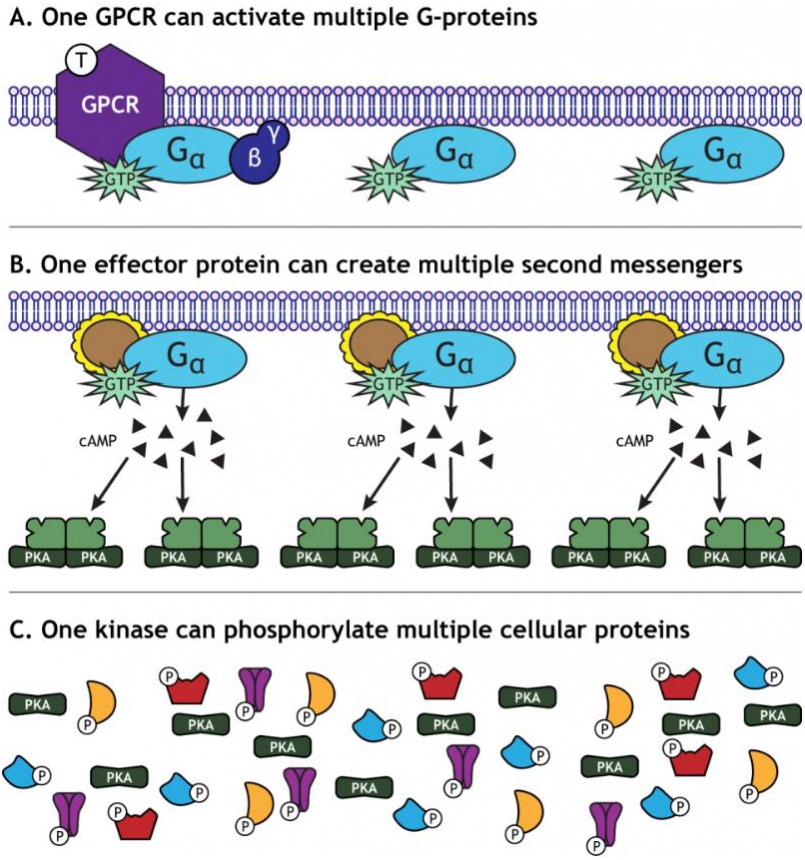


Figura Figura 4.17.4. El uso de la vía del segundo mensajero y si esa vía es estimulada o inhibida depende del tipo de subunidad alfa en el complejo de proteína G. Diferentes receptores se acoplan a diferentes complejos de proteína G. Esto permite que un neurotransmisor inicie múltiples tipos de cascadas de señalización. A) El receptor beta-adrenérgico de norepinefrina se acopla a la subunidad G y activa la adenil ciclasa, lo que inicia efectos celulares aguas abajo. B) El receptor alfa 2-adrenérgico de norepinefrina se acopla a la subunidad G i e inhibe la adenilciclasa, lo que evita los efectos celulares aguas abajo. C) El receptor alfa 1-adrenérgico de norepinefrina se acopla a la subunidad G q y activa la fosfolipasa C, lo que inicia efectos celulares aguas abajo. 'Efectos de la Subunidad Alfa' por Casey Henley está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial Compartir Igual (CC BY-NC-SA) 4.0 Internacional.

Las cascadas del segundo mensajero iniciadas por GPCR experimentan amplificación de señal significativa. A) Múltiples proteínas G pueden ser activadas por un GPCR. B) Cada proteína efectora es capaz de sintetizar numerosas moléculas de segundo mensajero. C) Cada proteína quinasa activada por los segundos mensajeros puede fosforilar diversas proteínas celulares. 'Amplificación de señal' por Casey Henley está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial Compartir Igual (CC BY-NC-SA) 4.0 Internacional.

+ : Terminación de señal

Finalmente, la cascada iniciada por la unión del neurotransmisor al GPCR necesita terminar. La subunidad alfa de la proteína G es capaz de convertir el GTP unido de nuevo a GDP después de un corto período de tiempo, inactivando la proteína G. La subunidad alfa interactuará entonces con una subunidad beta-gamma y permanecerá en estado de reposo hasta ser activada por otro GPCR. Las enzimas en la célula llamadas proteínas fosfatasas encuentran y eliminan los grupos fosfato agregados a las proteínas celulares por las proteínas quinasas. Y finalmente, existen otros mecanismos celulares para eliminar el calcio del citoplasma y degradar a otros segundos mensajeros.

+ : Claves para llevar

Los receptores acoplados a proteínas G se basan en la activación de las proteínas G para causar cambios celulares

Los receptores acoplados a proteína G tienen efectos más lentos que los receptores activados por ligando

Las proteínas G pueden abrir canales iónicos, alterar la función de la proteína a través de la fosforilación y alterar la transcripción génica

La subunidad G inicia la vía de señalización de adenilil ciclasa/AMPc

La subunidad G i inhibe la vía de señalización de adenilil ciclasa/AMPc

La subunidad G q inicia la vía de señalización de fosfolipasa C/IP 3/DAG

+ : Neurotoxinas que actúan sobre los receptores postsinápticos

Las plantas y los animales venenosos se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza. Las toxinas que sintetizan han sido utilizadas para distintos fines, que incluyen la caza, la curación, la alternación del sensorio y, de forma más recientes, la investigación. Muchas de estas toxinas tienen una acción potente sobre el sistema nervioso y, a menudo, interfieren en la transmision sináptica al tener por diana los receptores de los neurotransmisores.

Los venenos hallados en algunos organismos contienen un único tipo de toxina, mientras que otros contienen una mezcla de decenas o incluso centenas de toxinas. Dado el papel central de los receptores de la acetilcolina en la meditación de la contracción muscular en las uniones neuromusculares de muchas especies, no es sorprendente que gran cantidad de toxinas naturales interfieran en la transmisión en esta sinapsis.

De hecho, la clasificación de los receptores de la acetilcolina nicotínicos y muscarínicos e basa sobre la sensibilidad de estos receptores de la acetilcolina nicotínicos y muscarínicos, respectivamente. La nicotina deriva de las hojas desecadas de la planta de tabaco nicotina tabacum y la muscarina del hongo rojo venenosos Amanita muscaria. Ambas toxinas son estimulantes que producen náuseas, vómitos, confusión mental y convulsiones. La intoxicación con mascarina también puede conducir al colapso circulatorio, el coma y la muerte.

El veneno α-bungarotoxina, uno de los muchos péptidos que en conjunto constituyen el veneno de la víbora krait rayada, (Figura A), bloquea la transmision en las uniones neuromusculares y es utilizado por la víbora para paralizar a su presa. Esta toxina de 74 aminoácidos bloquea la transmision neuromuscular al unirse de forma irreversible a los receptores de la acetilcolina nicotínicos, e impedir así que la ACh abra los canales iónicos postsinápticos. La parálisis se produce porque los músculos esqueléticos ya no pueden ser activados por las neuronas motoras.

Como resultado de su especificidad y de su alta afinidad por los receptores nicotínicos, la α-bungarotoxina ha contribuido mucho al conocimiento de las moléculas del receptor de la acetilcolina. Otras toxinas de las víboras que bloquean los receptores nicóticos son la α-neurotoxina de la cobra y el péptido de la víbora de mar erabutoxina. La misma estrategia utilizada por estas víboras para paralizar a su presa fue adoptada por los aborígenes sudamericanos que empleaban curare, una mezcla de toxinas vegetales de Chondrodendron tomentosum, como veneno en la punta de las flechas para inmovilizar a sus presas. El curare también bloquea los receptores nicotínicos; el agente activo es el alcaloide δ-tubocurarina.

Otra clase interesante de toxinas animales que bloquean selectivamente los receptores de la acetilcolina y otros receptores incluye los péptidos producidos por los caracoles cónicos marinos cazadores de peces (Figura B). Estos caracoles coloridos matan a los pequeños peces "disparándoles" flechas envenenadas. El veneno contiene cientos de péptidos, conocidos como "conotoxinas", muchas de las cuales están dirigidas contra proteínas importantes en la transmision sináptica.

Hay péptidos de conotoxina que bloquen los canales de Ca^{2+} los canales de Na^{+}, los receptores del glutamato y de la acetilcolina. El conjunto de respuestas fisiológicas producidos por estos péptidos sirve para inmovilizar a cualquier presa que desafortunadamente se encuentre con el caracol cónico. Muchos otros organismos, incluidos moluscos, corales, gusanos, y ranas, también utiliza toxinas que contienen bloqueantes específicos de receptores de la acetilcolina.

Otras toxinas naturales poseen efectos que alteran el sensorio o la conducta y, en algunos casos, han sido utilizadas durante miles de años por chamanes y, más recientemente. Por los médicos. Dos ejemplos son las toxinas alcaloides vegetales que bloquean los receptores muscarínicos: la atropina de la belladona y la escopolamina del beleño. Dado que estas plantas crecen de forma salvaje en muchas partes del mundo, la exposición no es infrecuente y el envenenamiento con cualquiera de las toxinas también puede ser fatal.

Otra neurotoxina postsináptica que, al igual que la nicotina, es utilizada como droga social, se encuentra en las semillas del betel, Área catechu (Figura C). El mascado del betel, si bien se desconoce en los Estados Unidos de América, es practicado hasta por el 25% de la población de la India, Banglades, Sri Lanka, Malasia y las Filipinas. El Mascado de estas semillas produce euforia causada por la areocolina, un alcaloide agonista de los receptores nicotínicos. Al igual que la nicotina, la arecolina es un estimulante del sistema nervioso central que produce dicción.

Muchas otras neurotoxinas alteran la transmision en las sinapsis no colinérgicas. Por ejemplo, los aminoácidos hallados en algunos hongos, algas, y semillas son potentes agonistas de los receptores del glutamato. Los aminoácidos excitotóxicos cainato, provenientes

del alga roja Digenea simplex y quiscualato, de la semilla de Quisqualis indica son utilizados para separar dos familias de receptores del glutamato de NMDA (véase el texto). Otros activadores aminoácidos neurotóxicos de los receptores de glutamato incluyen acido iboténico y ácido acromélico, hallados ambos en hongos y el domoato, el cual se desarrolla en algas de agua dulce, algas marinas y mejillones.

Otro grupo grande de neurotoxinas peptídicas bloquea los receptores del glutamato. Estas incluyen las -agatoxinas de la araña de red" en embudo", la NSTX-3 de la araña tejedora de esferas, la jorotoxina de la araña Joro y la β- filantotoxina del veneno de la avispa, así como muchas toxinas del caracol cónico. Todas estas toxinas de las que nos ocupamos hasta ahora se dirigen contra las sinapsis excitadoras.

Sin embargo, los receptores del GABA y de la glicina inhibidores no han sido pasados por alto por las exigencias de la supervivencia. La estricnina, un alcaloide extraído de las semillas de Strychnos nux-vomica, es la única droga conocida con acciones específicas sobre la transmisión en las sinapsisi glicinergicas. Puesto que la toxina bloquea los receptores de la glicina, el envenenamiento con estricnina produce hiperactividad en la medula espinal y en el tronco del encéfalo, y conduce convulsiones.

La estricnina se utiliza desde hace mucho tiempo en el comercio como veneno contra roedores, aunque en la actualidad son más populares otras alternativas como el anticoagulante cumadina porque son más seguros para los seres humanos. Las neurotoxinas que bloquean los receptores del GABAA incluye los alcaloides vegetales como bicuculina de la dicentra (Dutchman´sbreeches) ya la picrotoxina de Anamirta cocculus.

El dieldrin, un insecticida comercial, también bloquea espetos receptores. Al igual que la estricnina, estos agentes son estimulantes potentes del sistema nervioso central. El muscimol, una toxina de un hongo que es un potente depresor, así como un alucinógeno, activa los receptores del GABAA. Un análogo sintético del GABA, el baclofeno, es un agonista de los receptores del GABAB que reduce los PPSE en algunas neuronas del tronco del encéfalo, y es utilizado

clínicamente para reducir la frecuencia y la gravedad de los espasmos musculares.

A.

B.

C.

Figura 4.17.5. (A)Vibora krait rayada Bungarus multicinctus. (B) Un caracol cónico marino (especie de los Conus) utiliza dardos venenosos para matar a los peces pequeños. (C) Semila de betel, Areca catechu que crece en Malasia.

La guerra química contra las especies ha dado origen así a un conjunto enorme de moléculas cuyo punto diana son las sinapsis de todo el sistema nervioso. Si bien estas toxinas están ideadas para doblegar la transmisión sináptica normal, también proporcionan un conjunto de herramientas potentes para comprender los mecanismos postsinápticos.

Una segunda clase de receptores colinérgicos es activada por la muscarina: un alcaloide venenoso hallado en algunos hongos por lo tanto se denomina Estos receptores son metabotrópicos y median la mayor parte de los efectos de la ACh en el encéfalo. Al igual que

otros receptores metabotrópicos, los mAChR tienen siete dominios helicoidales que atraviesan la membrana. La ACh se une en un único sitio de fijación sobre la superficie extracelular del mAChR: este sitio de fijación está formado por asas que conectan varias de las hélices transmembrana. La unión de la acetilcolina en este sitio produce en cambio de conformación que permite a las proteínas G unirse al dominio citoplásmico del mAChR.

Se conocen cinco subtipos de mAChR que están acoplados a diferentes tipos de proteínas G, lo que produce así distintas respuestas postsinápticas lentas. Los receptores colinérgicos muscarínicos tienen una expresión importante en el estriado y en otras distintas regiones del encéfalo anterior, donde activan canales de K+ rectificadores hacia el interior o canales del K+ activados por el Ca^{2+}, los cuales ejercen de este modo una influencia inhibidora sobre los efectos motores mediados por la dopamina.

En otras partes del encéfalo, como en el hipocampo, los mAChR son excitadores y actúan cerrando los canales del K+ tipo KCNQ. Estos receptores también se encuentran en los ganglios del sistema nervioso periférico. Por último, los mAChR median las respuestas colinérgicas periféricas de los órganos efectores autónomos como el corazón, el musculo liso y las glándulas exocrinas, y son responsables de la inhibición de la frecuencia cardiaca por el nervio vago.

Muchos fármacos actúan como agonistas o antagonistas de los mAChR; los bloqueantes de los receptores colinérgicos muscarínicos que son útiles desde el punto de vista terapéutico incluyen atropina (utilizada para dilatar la pupila), escopolamina (efectiva para prevenir la enfermedad del movimiento) e ipratropio (útil para el tratamiento contra el asma).

*** : Fármacos que Afectan al Sistema Autonómico**

Una manera importante de entender los efectos de los neuroquímicos nativos en el sistema autónomo es considerando los efectos de los medicamentos farmacéuticos. Esto se puede considerar en términos de cómo los medicamentos cambian la función autonómica. Estos efectos se basarán principalmente en cómo actúan los fármacos en los receptores de la neuroquímica del sistema autónomo. Las moléculas de señalización del sistema

nervioso interactúan con proteínas en las membranas celulares de diversas células diana.

De hecho, no se puede atribuir ningún efecto solo a las propias moléculas de señalización sin considerar los receptores. Un químico que el cuerpo produce para interactuar con esos receptores se denomina químico endógeno, mientras que un químico introducido en el sistema desde el exterior es un químico exógeno. Los productos químicos exógenos pueden ser de origen natural, como un extracto vegetal, o pueden producirse sintéticamente en un laboratorio farmacéutico.

+ : **Amplios efectos autonómicos**

Un fármaco importante que afecta ampliamente al sistema autónomo no es un agente terapéutico farmacéutico asociado al sistema. Este medicamento es la nicotina. Los efectos de la nicotina en el sistema nervioso autónomo son importantes para considerar el papel que puede desempeñar el tabaquismo en la salud.

Todas las neuronas ganglionares del sistema autónomo, tanto en los ganglios simpáticos como parasimpáticos, son activadas por ACh liberadas de fibras preganglionares. Los receptores ACh en estas neuronas son de tipo nicotínico, lo que significa que son canales iónicos activados por ligandos. Cuando el neurotransmisor liberado de la fibra preganglionica se une a la proteína receptora, se abre un canal para permitir que los iones positivos crucen la membrana celular. El resultado es la despolarización de los ganglios. La nicotina actúa como un análogo de ACh en estas sinapsis, por lo que cuando alguien toma el medicamento, se une a estos receptores ACh y activa las neuronas ganglionares, provocando que se despolaricen.

Los ganglios de ambas divisiones son activados por igual por la droga. Para muchos órganos diana en el cuerpo, esto no da como resultado ningún cambio neto. Las entradas competidoras al sistema se cancelan entre sí y no pasa nada significativo. Por ejemplo, el sistema simpático hará que los esfínteres del tracto digestivo se contraigan, limitando la propulsión digestiva, pero el sistema parasimpático provocará la contracción de otros músculos del tracto digestivo, lo que intentará empujar el contenido del sistema digestivo a lo largo. El resultado final es que la comida realmente no avanza y el sistema digestivo no ha cambiado apreciablemente.

El sistema en el que esto puede ser problemático está en el sistema cardiovascular, razón por la cual fumar es un factor de riesgo para enfermedades cardiovasculares. En primer lugar, no existe una regulación parasimpática significativa de la presión arterial. Solo un número limitado de vasos sanguíneos se ven afectados por la entrada parasimpática, por lo que la nicotina preferentemente hará que el tono vascular se vuelva más simpático, lo que significa que se incrementará la presión arterial.

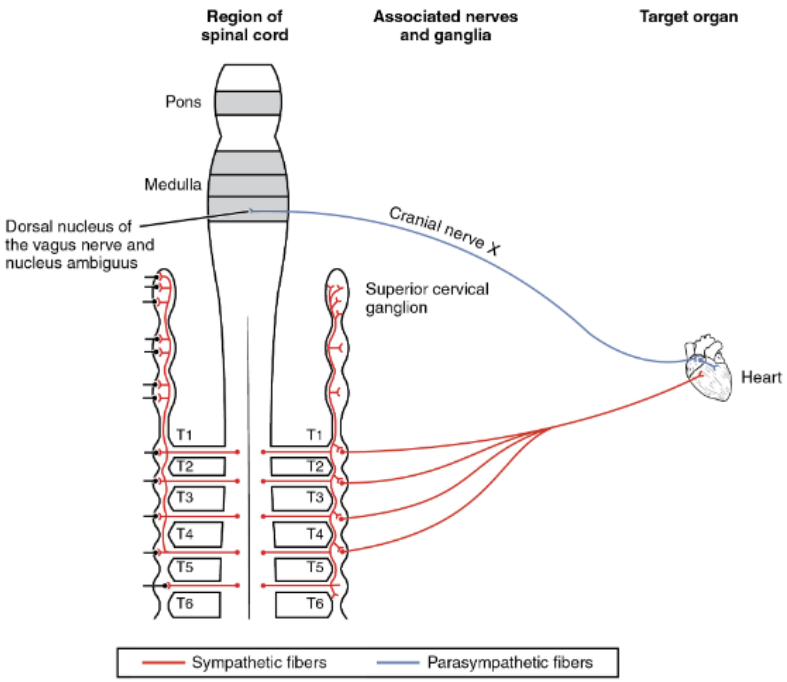


Figura 4.17.6. Conexiones Autonómicas al Corazón y a los Vasos Sanguíneos. El receptor nicotínico se encuentra en todos los ganglios autonómicos, pero las conexiones cardiovasculares son particulares, y no se ajustan a las proyecciones competitivas habituales que simplemente se cancelarían mutuamente cuando se estimularan por la nicotina. Las señales opuestas al corazón despolarizarían e hiperpolarizarían las células cardíacas que establecen el ritmo de los latidos cardíacos, probablemente causando arritmia. Solo el sistema simpático gobierna la presión arterial sistémica por lo que la nicotina provocaría un aumento.

Segundo, el control autonómico del corazón es especial. A diferencia de los músculos esqueléticos o lisos, el músculo cardíaco es intrínsecamente activo, lo que significa que genera sus propios potenciales de acción. El sistema autonómico no hace que el corazón

lata, simplemente lo acelera (simpático) o lo ralentiza (parasimpático). Los mecanismos para esto no son mutuamente excluyentes, por lo que el corazón recibe señales contradictorias, y el ritmo del corazón puede verse afectado (Figura 4.17.2.).

+ : **Efecto Simpático**

La neuroquímica del sistema simpático se basa en el sistema adrenérgico. La norepinefrina y la epinefrina influyen en los efectores diana al unirse a los receptores α-adrenérgicos o β-adrenérgicos. Los fármacos que afectan el sistema simpático afectan a estos sistemas químicos. Los fármacos pueden clasificarse por si potencian las funciones del sistema simpático o interrumpen esas funciones. Un fármaco que potencia la función adrenérgica se conoce como un fármaco simpaticomimético, mientras que un fármaco que interrumpe la función adrenérgica es un fármaco simpatolítico.

*** : Efectos de los medicamentos sobre la liberación de neurotransmisores**

Los fármacos pueden alterar las vías de síntesis de neurotransmisores, ya sea aumentando o disminuyendo la cantidad de neurotransmisor que se produce en el terminal, afectando la cantidad de transmisor que se libera. Un ejemplo de esto es la administración de L-DOPA, una molécula precursora de dopamina que da como resultado una mayor producción de dopamina; se usa como tratamiento para la enfermedad de Parkinson.

El empaque de neurotransmisores es otro sitio de posible acción farmacológica. La reserpina, que se ha utilizado para tratar la presión arterial alta, bloquea el transporte de los transmisores de monoamina a vesículas inhibiendo el transportador vesicular de monoamina (VMAT). Esto disminuye la cantidad de reservas de neurotransmisores y la cantidad de neurotransmisores liberados en respuesta a un potencial de acción.

Ilustración del terminal sináptico que muestra la acción del fármaco en la síntesis y empaquetado del transmisor. Detalles en pie de foto.

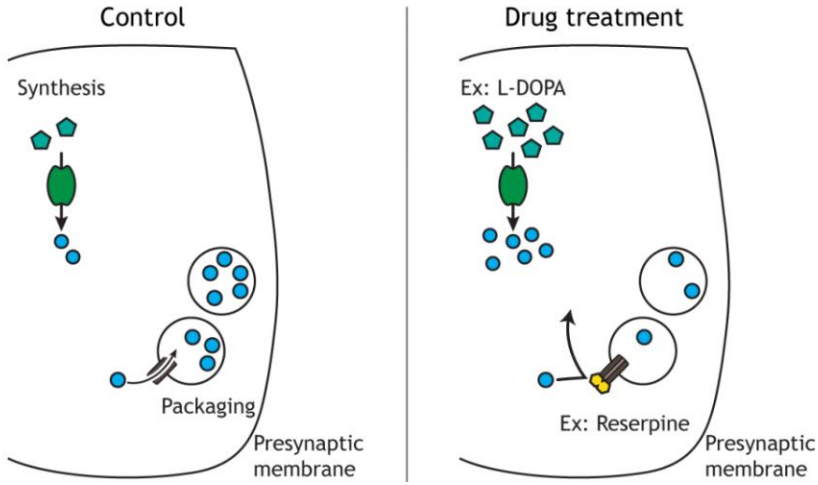


Figura 4.17.7. Los fármacos y las toxinas pueden alterar la síntesis de neurotransmisores y el empaquetado en vesículas sinápticas. L-DOPA aumenta la síntesis de dopamina en el terminal. La reserpina evita el envasado de las aminas biogénicas, dando como resultado bajas concentraciones de transmisor almacenadas en vesículas sinápticas. 'Efectos de drogas en la liberación de neurotransmisors' por Casey Henley está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial Compartir Igual (CC BY-NC-SA) 4.0 Internacional.

+: Efectos de los Medicamentos en la Membrana Postsináptica

Los receptores de neurotransmisores son otra ubicación crítica para la acción de fármacos y toxinas. Los agonistas imitan los efectos neurotransmisores, mientras que los antagonistas bloquean los efectos de los neurotransmisores Muscimol, un componente de algunos hongos, es un agonista para el receptor ionotrópico GABA. La bicuculina, un componente de algunas plantas, es un antagonista de este receptor y bloquea la acción del GABA. Adicionalmente, muchos productos químicos son capaces de modular a receptores de una manera positiva o negativa. El alcohol se une al receptor GABA y aumenta el tiempo que el receptor está abierto cuando GABA se une.

Ilustración del terminal sináptico que muestra la acción del fármaco sobre receptores postsinápticos. Detalles en pie de foto.

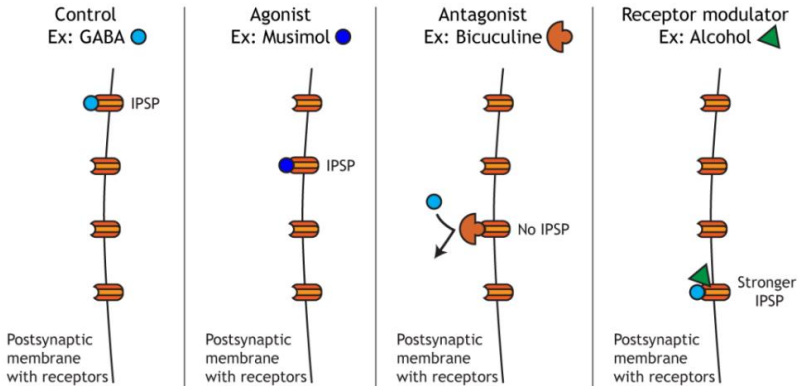


Figura 4.17.8. Los fármacos y las toxinas pueden alterar los receptores de neurotransmisores en la neurona postsináptica. Un agonista de GABA, muscimol, replicaría las acciones de GABA y causaría una IPSP. Un antagonista de GABA, bicuculina, evitaría que las acciones de GABA no resultaran en IPSP. Moduladores como el alcohol, alteran cómo funciona el receptor, por lo que cuando GABA se une la respuesta es un IPSP más fuerte que cuando el alcohol no está presente. 'Efectos Postsinápticos de Drogas' por Casey Henley está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial Compartir Igual (CC BY-NC-SA) 4.0 Internacional.

+: Efectos de medicamentos en el aclaramiento de neurotransmisores

Finalmente, la degradación y recaptación de neurotransmisores también pueden ser alteradas por drogas y toxinas. Dependiendo del neurotransmisor, las enzimas localizadas ya sea en la sinapsis o en el terminal son las responsables de la degradación del transmisor, y estas enzimas pueden ser bloqueadas por fármacos. Los organofosfatos se encuentran en muchos pesticidas y previenen la acción de la acetilcolinesterasa, la enzima que descompone la acetilcolina en la sinapsis. Esta inhibición aumenta la acción de la acetilcolina sobre la neurona postsináptica.

Los inhibidores de la monoaminooxidasa (IMAs) evitan que la monoaminooxidasa degrada los neurotransmisores biogénicos de amina. Los IMAs se han utilizado como antidepresivos ya que aumentan la cantidad de transmisor disponible. Adicionalmente, los fármacos pueden prevenir la recaptación de neurotransmisores en el terminal presináptico. La cocaína bloquea el transportador de dopamina, lo que se traduce en una mayor acción de la dopamina en la sinapsis.

Ilustración del terminal sináptico que muestra la acción del fármaco sobre el aclaramiento del transmisor. Detalles en pie de foto.

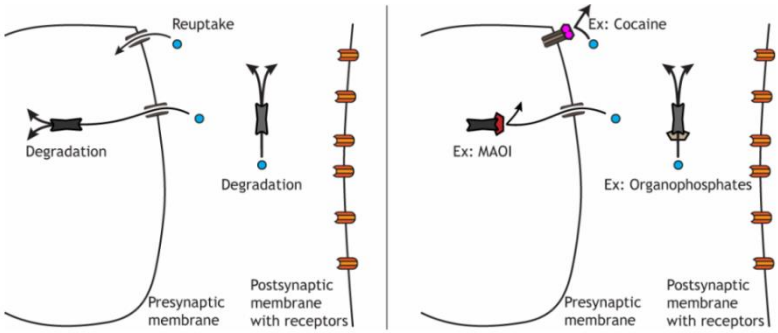


Figura 4.17.9. Los fármacos y toxinas pueden alterar la degradación de los neurotransmisores y la recaptación en el terminal presináptico. Los organofosfatos previenen la degradación de la acetilcolina en la sinapsis. Los IMAs previenen la degradación de los transmisores monoamínicos en el terminal. La cocaína impide que la dopamina sea transportada al terminal presináptico. Todos estos efectos conducen a una mayor acción y disponibilidad de los neurotransmisores. 'Efectos de las Drogas en la Liquidación de Neurotransmisores" por Casey Henley está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial Compartir Igual (CC BY-NC-SA) 4.0 Licencia Internacional.

+ : Efectos no sinápticos

Las drogas y las toxinas también pueden afectar la función de las neuronas al actuar fuera de la sinapsis. Por ejemplo, algunos productos químicos cambian la dinámica de los canales iónicos dependientes de voltaje. La veratridina, un compuesto que se encuentra en plantas de la familia de los lirios, evita que los canales de sodio activados por voltaje se inactiven. Inicialmente, esto provoca un aumento en la liberación de neurotransmisores, pero puede conducir rápidamente a excitotoxicidad.

Hay muchas maneras en que las drogas y las toxinas pueden alterar la función de las neuronas. Los efectos pueden ser excitatorios, inhibidores o moduladores

+ : Fármacos Simpaticomiméticos

Cuando el sistema simpático no está funcionando correctamente o el cuerpo se encuentra en un estado de desequilibrio homeostático, estos fármacos actúan en terminales postganglionares y sinapsis en la vía eferente simpática. Estos fármacos o bien se unen a receptores

adrenérgicos particulares e imitan a la norepinefrina en las sinapsis entre las fibras posganglionares simpáticas y sus dianas, o bien incrementan la producción y liberación de norepinefrina a partir de fibras postganglionares. Además, para aumentar la efectividad de los químicos adrenérgicos liberados de las fibras, algunos de estos fármacos pueden bloquear la eliminación o recaptación del neurotransmisor de la sinapsis.

Un fármaco simpaticomimético común es la fenilefrina, que es un componente común de los descongestionantes. También se puede utilizar para dilatar la pupila y para elevar la presión arterial. La fenilefrina es conocida como un agonista α-1 -adrenérgico, lo que significa que se une a un receptor adrenérgico específico, estimulando una respuesta. En este papel, la fenilefrina se unirá a los receptores adrenérgicos en los bronquiolos de los pulmones y hará que se dilaten. Al abrir estas estructuras, el moco acumulado se puede eliminar del tracto respiratorio inferior. La fenilefrina a menudo se combina con otros productos farmacéuticos, como analgésicos, como en la versión "sinusal" de muchos medicamentos de venta libre, como Tylenol Sinus ® o Excedrin Sinus ®, o en expectorantes para congestión torácica como en Robitussin CF ®.

Una molécula relacionada, llamada pseudoefedrina, se utilizó mucho más comúnmente en estas aplicaciones que la fenilefrina, hasta que la molécula se volvió útil en la producción ilícita de anfetaminas. La fenilefrina no es tan efectiva como un medicamento porque puede descomponerse parcialmente en el tracto digestivo antes de que sea absorbida. Al igual que los agentes adrenérgicos, la fenilefrina es efectiva para dilatar la pupila, conocida como midriasis (Figura 4.17.3.).

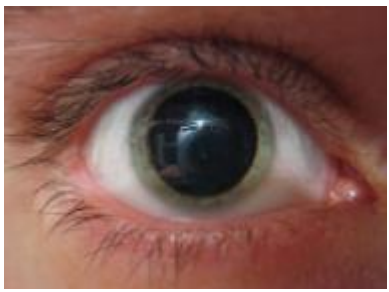


Figura 4.17.10. Midriasis. El sistema simpático provoca dilatación pupilar cuando la norepinefrina se une a un receptor adrenérgico en las fibras radiales del músculo

liso del iris. La fenilefrina imita esta acción al unirse al mismo receptor cuando se aplican gotas sobre la superficie del ojo en el consultorio de un médico. (crédito: Corey Theiss)

La fenilefrina se utiliza durante un examen de la vista en el consultorio de un oftalmólogo u optometrista para este propósito. También se puede utilizar para aumentar la presión arterial en situaciones en las que se vea comprometida la función cardíaca, como bajo anestesia o durante el choque séptico.

Otros fármacos que potencian la función adrenérgica no están asociados con usos terapéuticos, sino que afectan las funciones del sistema simpático de manera similar. La cocaína interfiere principalmente con la captación de dopamina en la sinapsis y también puede aumentar la función adrenérgica. La cafeína es un antagonista de un receptor de neurotransmisor diferente, llamado receptor de adenosina. La adenosina suprimirá la actividad adrenérgica, específicamente la liberación de norepinefrina en las sinapsis, por lo que la cafeína aumenta indirectamente la actividad adrenérgica. Existe cierta evidencia de que la cafeína puede ayudar en el uso terapéutico de medicamentos, tal vez potenciando (aumentando) la función simpática, como sugiere la inclusión de cafeína en analgésicos de venta libre como Excedrin ®.

+ : Fármacos Simpatolíticos

Los fármacos que interfieren con la función simpática se denominan fármacos simpatolíticos o simpatopléjicos. Funcionan principalmente como antagonistas de los receptores adrenérgicos. Bloquean la capacidad de la norepinefrina o epinefrina para unirse a los receptores para que el efecto sea “cortado” o “dé un golpe”, para referirse a las terminaciones “-lítica” y “-pléjica”, respectivamente. Los diversos fármacos de esta clase serán específicos de receptores α-adrenérgicos o β-adrenérgicos, o de sus subtipos de receptores.

Posiblemente el tipo de fármaco simpatolítico más familiar son los β-bloqueantes. Estos fármacos suelen utilizarse para tratar enfermedades cardiovasculares porque bloquean los receptores β asociados con la vasoconstricción y la cardioaceleración. Al permitir que los vasos sanguíneos se dilaten, o evitar que la frecuencia cardíaca aumente, estos medicamentos pueden mejorar la función cardíaca en un sistema comprometido, como para una persona con

insuficiencia cardíaca congestiva o que previamente ha sufrido un ataque cardíaco. Un par de versiones comunes de β-bloqueantes son metoprolol, que bloquea específicamente el receptor β 2, y propanolol, que bloquea inespecíficamente los β-receptores. Existen otras drogas que son α-bloqueantes y pueden afectar el sistema simpático de manera similar.

Otros usos de los fármacos simpatolíticos son como medicamentos ansiolíticos. Un ejemplo común de esto es la clonidina, que es un α-agonista. El sistema simpático está ligado a la ansiedad hasta el punto de que la respuesta simpática puede denominarse "pelea, huida o susto". La clonidina se utiliza para otros tratamientos además de la hipertensión y la ansiedad, incluyendo afecciones de dolor y trastorno por déficit de atención con hiperactividad.

+ : **Efectos parasimpáticos**

Los fármacos que afectan a las funciones parasimpáticas se pueden clasificar en aquellos que aumentan o disminuyen la actividad en las terminales postganglionares. Las fibras parasimpáticas postganglionares liberan ACh, y los receptores en las dianas son receptores muscarínicos. Existen varios tipos de receptores muscarínicos, M1—M5, pero los fármacos no suelen ser específicos de los tipos específicos. Los fármacos parasimpáticos pueden ser agonistas o antagonistas muscarínicos, o tener efectos indirectos sobre el sistema colinérgico. Los fármacos que potencian los efectos colinérgicos se denominan fármacos parasimpaticomiméticos, mientras que los que inhiben los efectos colinérgicos se denominan fármacos anticolinérgicos.

La pilocarpina es un agonista muscarínico inespecífico que se usa comúnmente para tratar trastornos del ojo. Revertir la midriasis, como es causada por la fenilefrina, y se puede administrar después de un examen de la vista. Además de constreñir la pupila a través del músculo liso del iris, la pilocarpina también hará que el músculo ciliar se contraiga. Esto abrirá perforaciones en la base de la córnea, permitiendo el drenaje del humor acuoso del compartimento anterior del ojo y, por lo tanto, reduciendo la presión intraocular relacionada con el glaucoma.

La atropina y la escopolamina son parte de una clase de antagonistas muscarínicos que provienen del género Atropa de plantas que

incluyen belladona o solanáceas mortales (Figura 4.17.11.). El nombre de una de estas plantas, la belladona, se refiere a que los extractos de esta planta se utilizaron cosméticamente para dilatar la pupila. Los químicos activos de esta planta bloquean los receptores muscarínicos en el iris y permiten que la pupila se dilata, lo que se considera atractivo porque hace que los ojos parezcan más grandes. Los humanos se sienten atraídos instintivamente por cualquier cosa con ojos más grandes, lo que viene del hecho de que la proporción de tamaño ojo a cabeza es diferente en bebés (o animales bebés) y puede provocar una respuesta emocional. El uso cosmético del extracto de belladona actuó esencialmente sobre esta respuesta. La atropina ya no se usa en esta capacidad cosmética por razones relacionadas con el otro nombre para la planta, que es letal solanáceas. La supresión de la función parasimpática, especialmente cuando se vuelve sistémica, puede ser fatal. La regulación autonómica se altera y se desarrollan síntomas anticolinérgicos. Las bayas de esta planta son altamente tóxicas, pero pueden confundirse con otras bayas. El antídoto para la intoxicación por atropina o escopolamina es la pilocarpina.

Figura 4.17.11. Planta de Belladona. La planta del género Atropa, que se conoce como belladona o solanácea mortal, se utilizó cosméticamente para dilatar las pupilas, pero puede ser fatal cuando se ingiere. Las bayas de la planta pueden parecer atractivas como fruto, pero contienen los mismos compuestos anticolinérgicos que el resto de la planta.

Efectos simpáticos y parasimpáticos de diferentes tipos de medicamentos.

Tipo de medicamento	Ejemplo (s)	Efecto simpático	Efecto parasimpático	Resultado general
Agonistas nicotínicos	Nicotina	Imita la ACh en las sinapsis preganglionares, provocando la activación de las fibras postganglionares y la liberación de norepinefrina en el órgano diana	Imitar ACh en las sinapsis preganglionares, provocando la activación de las fibras postganglionares y la liberación de ACh en el órgano diana	La mayoría de las señales conflictivas se cancelan entre sí, pero el sistema cardiovascular es susceptible a hipertensión y arritmias
Fármacos simpaticomiméticos	Fenilefrina	Se une a los receptores adrenérgicos o imita la acción simpática de alguna otra manera	Sin efecto	Aumentar el tono simpático
Fármacos simpatolíticos	β-bloqueantes como propanolol o metoprolol; α-agonistas como clonidina	Bloquear la unión al fármaco adrenérgico o disminuir las señales adrenérgicas	Sin efecto	Aumentar el tono parasimpático
Parasínmato-miméticos/agonistas muscarínicos	Pilocarpina	Sin efecto, excepto en las glándulas sudoríparas	Unión al receptor muscarínico, similar a ACh	Aumentar el tono parasimpático
Anticolinérgicos/antagonistas muscarínicos	Atropina, escopolamina, dimenhidrinato	Sin efecto	Bloquear receptores muscarínicos y función parasimpática	Aumentar el tono simpático
Tipo de medicamento	Ejemplo (s)	Efecto simpático	Efecto parasimpático	Resultado general

+ : Trastornos en el Sistema Nervioso Autonómico

Aproximadamente el 33 por ciento de las personas experimentan un problema leve con el mareo por movimiento, mientras que hasta el 66 por ciento experimenta mareo por movimiento en condiciones extremas, como estar en un barco lanzador sin vista del horizonte. Las conexiones entre las regiones del tronco encefálico y el sistema autónomo provocan síntomas de náuseas, sudores fríos y vómitos.

La parte del cerebro responsable del vómito, o emesis, se conoce como el área postrema. Se localiza junto al cuarto ventrículo y no está restringido por la barrera hematoencefálica, lo que le permite responder a los químicos en el torrente sanguíneo, es decir, toxinas que estimularán la emesis. Hay conexiones significativas entre esta área, el núcleo solitario y el núcleo motor dorsal del nervio vago. Estas conexiones del sistema autónomo y los núcleos están asociadas con los síntomas del mareo por movimiento.

El mareo por movimiento es el resultado de información contradictoria de los sistemas visual y vestibular. Si el movimiento es percibido por el sistema visual sin los estímulos vestibulares complementarios, o a través de estímulos vestibulares sin confirmación visual, el cerebro estimula la emesis y los síntomas asociados. El área postrema, por sí misma, parece ser capaz de estimular la emesis en respuesta a toxinas en la sangre, pero también está conectada al sistema autónomo y puede desencadenar una respuesta similar al movimiento.

Los fármacos autonómicos se utilizan para combatir el mareo por movimiento. Aunque a menudo se la describe como una droga peligrosa y mortal, la escopolamina se usa para tratar el mareo por movimiento. Un tratamiento popular para el mareo por movimiento es el parche transdérmico de escopolamina. La escopolamina es una de las sustancias derivadas del género Atropa junto con la atropina. A dosis más altas, se piensa que esas sustancias son venenosas y pueden conducir a un síndrome simpático extremo. Sin embargo, el parche transdérmico regula la liberación del fármaco, y la concentración se mantiene muy baja para evitar los peligros. Para quienes están preocupados por usar “La droga más peligrosa”, como lo llamarán algunos sitios web, se pueden usar antihistamínicos como el dimenhidrinato (Dramamine®).

Mira este video para conocer los efectos secundarios de las películas 3-D. Como se discute en este video, las películas que se filman en 3-D pueden provocar el mareo por movimiento, lo que provoca los síntomas autonómicos de náuseas y sudoración. La desconexión entre el movimiento percibido en la pantalla y la falta de cualquier cambio en el equilibrio estimula estos síntomas. ¿Por qué crees que sentarte cerca de la pantalla o justo en medio del teatro empeora el mareo durante una película 3-D?

El sistema autonómico se ve afectado por una serie de agentes exógenos, entre ellos algunos que son terapéuticos y otros ilícitos. Estos fármacos afectan al sistema autónomo al imitar o interferir con los agentes endógenos o sus receptores. Una encuesta sobre cómo diferentes fármacos afectan la función autonómica ilustra el papel que juegan los neurotransmisores y las hormonas en la función autonómica. Los medicamentos pueden considerarse como herramientas químicas para efectuar cambios en el sistema con cierta precisión, con base en dónde esos fármacos son efectivos.

La nicotina no es un medicamento que se use terapéuticamente, excepto para dejar de fumar. Cuando se introduce en el cuerpo a través de productos, tiene amplios efectos sobre el sistema autónomo. La nicotina conlleva un riesgo de enfermedad cardiovascular debido a estos amplios efectos. El fármaco estimula los ganglios simpáticos y parasimpáticos en la sinapsis de la fibra preganglionica.

Para la mayoría de los sistemas de órganos en el cuerpo, la entrada competidora de las dos fibras postganglionares esencialmente se anulará entre sí. Sin embargo, para el sistema cardiovascular, los resultados son diferentes. Debido a que esencialmente no hay influencia parasimpática en la presión arterial para todo el cuerpo, la entrada simpática es incrementada por la nicotina, provocando un aumento en la presión arterial. Además, la influencia que el sistema autonómico tiene en el corazón no es la misma que para otros sistemas.

Otros órganos tienen músculo liso o tejido glandular que es activado o inhibido por el sistema autónomo. El músculo cardíaco es intrínsecamente activo y es modulado por el sistema autónomo. Las señales contradictorias no solo se anulan entre sí, alteran la

regularidad de la frecuencia cardíaca y pueden provocar arritmias. Tanto la hipertensión como las arritmias son factores de riesgo para enfermedades cardíacas.

Otras drogas afectan a una división del sistema autónomo o a la otra. El sistema simpático se ve afectado por fármacos que imitan las acciones de las moléculas adrenérgicas (norepinefrina y epinefrina) y se denominan fármacos simpaticomiméticos. Medicamentos como la fenilefrina se unen a los receptores adrenérgicos y estimulan los órganos diana tal como lo haría la actividad simpática. Otros fármacos son simpatolíticos porque bloquean la actividad adrenérgica y anulan la influencia simpática en el órgano diana. Los fármacos que actúan sobre el sistema parasimpático también funcionan ya sea potenciando la señal postganglionica o bloqueándola. Un agonista muscarínico (o fármaco parasimpatomimético) actúa igual que la ACh liberada por la fibra parasimpática postganglionica. Los fármacos anticolinérgicos bloquean los receptores muscarínicos, suprimiendo la interacción parasimpática con el órgano.

*** : Drogas psicoactivas popularizadas como arte.**

¿Quién sabía que una taza de café también podría ser una obra de arte? Un barista talentoso puede hacer que el café se vea tan bien como sabe. Si eres un bebedor de café, probablemente sepas que el café también puede afectar tu estado mental. Puede hacerte más alerta y puede mejorar tu concentración.

Figura 4.17.12. Café de Murano con decoración en la superficie.

Eso es porque la cafeína en el café es una droga psicoactiva. De hecho, la cafeína es la sustancia psicoactiva más consumida en el mundo. En Norteamérica, por ejemplo, el 90 por ciento de los adultos consumen cafeína diariamente.

Las drogas psicoactivas son sustancias que cambian la función del cerebro y resultan en alteraciones del estado de ánimo, el pensamiento, la percepción y/o el comportamiento. Las drogas psicoactivas pueden usarse para muchos fines, incluyendo fines terapéuticos, rituales o recreativos. Además de la cafeína, otros ejemplos de drogas psicoactivas incluyen cocaína, LSD, alcohol, tabaco, codeína y morfina. Las drogas psicoactivas pueden ser medicamentos recetados legales (por ejemplo, codeína y morfina), medicamentos legales de venta libre (por ejemplo, alcohol y tabaco) o drogas ilegales (cocaína y LSD).

Especiales de Licor con Mr. Thrifty

Figura 4.17.13. La publicidad de las drogas psicoactivas legales es omnipresente.

El cannabis (o marihuana) también es una droga psicoactiva, pero su estatus está cambiando, al menos en Estados Unidos. Dependiendo de la jurisdicción, el cannabis puede ser usado recreacional y/o médicamente, y puede ser legal o ilegal. Los medicamentos recetados legales como los opioides también son utilizados ilegalmente por un número cada vez mayor de personas. Algunas drogas legales, como el alcohol y la nicotina, están fácilmente disponibles en casi todas partes, como lo ilustra el letrero que se muestra en la Figura 4.17.13.

*** : Clases de Drogas Psicoactivas**

Los psicoactivos se dividen en diferentes clases según sus efectos farmacológicos. A continuación, se enumeran varias clases, junto con ejemplos de medicamentos de uso común en cada clase.

Los estimulantes son fármacos que estimulan el cerebro y aumentan el estado de alerta y vigilia. Ejemplos de estimulantes incluyen cafeína, nicotina, cocaína y anfetaminas como Adderall.

Los depresores son fármacos que calman el cerebro, reducen los sentimientos de ansiedad e inducen somnolencia. Ejemplos de depresores incluyen etanol (en bebidas alcohólicas) y opioides como codeína y heroína.

Los ansiolíticos son fármacos que tienen un efecto tranquilizante e inhiben la ansiedad. Los ejemplos de fármacos ansiolíticos incluyen benzodiazepinas como el diazepam (Valium), barbitúricos como el fenobarbital, opioides y fármacos antidepresivos como la sertralina (Zoloft).

Los euforistas son drogas que provocan un estado de euforia, o intensos sentimientos de bienestar y felicidad. Ejemplos de euforantes incluyen la llamada droga club MDMA (éxtasis), anfetaminas, etanol y opioides como la morfina.

Los alucinógenos son fármacos que pueden causar alucinaciones y otras anomalías perceptuales. También provocan cambios subjetivos en los pensamientos, las emociones y la conciencia. Los ejemplos de alucinógenos incluyen LSD, mescalina, óxido nitroso y psilocibina.

Los empatógenos son drogas que producen sentimientos de empatía, o simpatía con otras personas. Ejemplos de empatógenos incluyen anfetaminas y MDMA.

Muchas drogas psicoactivas tienen múltiples efectos por lo que pueden colocarse en más de una clase. Un ejemplo es MDMA, que se muestra a continuación, que puede actuar tanto como euforia como empático. En algunas personas, la MDMA también puede tener efectos estimulantes o alucinógenos. A partir de 2016, la MDMA no tenía usos médicos aceptados, pero se estaba sometiendo

a pruebas para su uso en el tratamiento del trastorno de estrés postraumático y ciertos otros tipos de trastornos de ansiedad.

Monograma de éxtasis

Figura 4.17.14. El éxtasis (MDMA) se toma con mayor frecuencia en forma de tabletas, como las tablillas coloridas y decoradas que se muestran aquí.

+ : Mecanismos de Acción

Las drogas psicoactivas generalmente producen sus efectos al afectar la química cerebral, lo que a su vez puede causar cambios en el estado de ánimo, pensamiento, percepción y/o comportamiento de una persona. Cada fármaco tiende a tener una acción específica sobre uno o más neurotransmisores o receptores de neurotransmisores en el cerebro. Generalmente, actúan como agonistas o antagonistas.

Los agonistas son fármacos que incrementan la actividad de determinados neurotransmisores. Podrían actuar promoviendo la síntesis de los neurotransmisores, reduciendo su recaptación de las sinapsis, o imitando su acción uniéndose a receptores para los neurotransmisores.

Los antagonistas son fármacos que disminuyen la actividad de determinados neurotransmisores. Podrían actuar interfiriendo con la síntesis de los neurotransmisores o bloqueando sus receptores para que los neurotransmisores no puedan unirse a ellos.

Consideremos el ejemplo del neurotransmisor GABA. Este es uno de los neurotransmisores más comunes en el cerebro, y normalmente

tiene un efecto inhibitorio sobre las células. Los agonistas del GABA, que incrementan su actividad, incluyen etanol, barbitúricos y benzodiazepinas, entre otras drogas psicoactivas. Todos estos fármacos funcionan promoviendo la actividad de los receptores GABA en el cerebro.

*** : Usos de las drogas psicoactivas**

Es posible que tu médico te haya recetado drogas psicoactivas. Por ejemplo, es posible que le hayan recetado un medicamento opioide como codeína para el dolor (muy probablemente en forma de Tylenol con codeína agregada). Lo más probable es que también use medicamentos psicoactivos de venta libre, como la cafeína para el estado de alerta mental. Estos son solo dos de los muchos usos posibles de las drogas psicoactivas.

+ : **Usos médicos**

Preoxigenación antes de la inducción anestésica

Figura 4.17.15. Este niño está siendo preparado para recibir un anestésico general previo a la cirugía

Los usos médicos de los fármacos psicoactivos incluyen la anestesia general, en la que se bloquea el dolor y se induce la inconsciencia. Los anestésicos generales se utilizan con mayor frecuencia durante los procedimientos quirúrgicos y pueden administrarse en forma gaseosa, como en la foto de abajo. Los anestésicos generales incluyen los fármacos halotano y ketamina. Otros fármacos psicoactivos se utilizan para manejar el dolor sin afectar la conciencia. Se pueden recetar ya sea para dolor agudo en casos de

trauma como huesos rotos; o para dolor crónico como dolor causado por artritis, cáncer o fibromialgia. La mayoría de las veces, los medicamentos utilizados para el control del dolor son opioides, como la morfina y la codeína.

Muchos trastornos psiquiátricos también se manejan con drogas psicoactivas. Por ejemplo, los antidepresivos como la sertralina se utilizan para tratar la depresión, la ansiedad y los trastornos alimentarios. Los trastornos de ansiedad también se pueden tratar con ansiolíticos, como buspirona y diazepam. Los estimulantes como las anfetaminas se utilizan para tratar el trastorno por déficit de atención. Antipsicóticos como clozapina y risperidona, así como estabilizadores del estado de ánimo como el litio, se utilizan para tratar la esquizofrenia y el trastorno bipolar.

+ : **Usos Rituales**

Ciertas drogas psicoactivas, particularmente los alucinógenos, se han utilizado con fines rituales desde tiempos prehistóricos. Por ejemplo, los nativos americanos han utilizado el cactus peyote que contiene mescalina (en la foto de abajo) para ceremonias religiosas desde hace 5 mil 700 años. En la Europa prehistórica, el hongo Amanita muscaria, que contiene una droga alucinógena llamada muscimol, se utilizó con fines similares. Varias otras drogas psicoactivas —entre ellas el jimsonweed, los hongos psilocibina y el cannabis— también han sido utilizados por diversos pueblos con fines rituales durante milenios.

cactus peyote con flor

Figura 4.17.16. El cactus peyote contiene una droga alucinógena que todavía es utilizada por algunos nativos americanos para rituales religiosos.

+ : Usos Recreativos

El uso recreativo de las drogas psicoactivas generalmente tiene el propósito de alterar la conciencia y crear una sensación de euforia comúnmente llamada “subidón”. Algunas de las drogas que se usan más comúnmente con fines recreativos incluyen cannabis, etanol, opioides y estimulantes como la nicotina. Los alucinógenos también se utilizan recreativamente, principalmente por las alteraciones en el pensamiento y la percepción que provocan.

Algunos investigadores han sugerido que el impulso de alterar el estado de conciencia de uno es un impulso humano universal, similar al impulso de saciar la sed, el hambre o el deseo sexual. Piensan que el impulso para alterar el estado mental de uno está incluso presente en los niños, quienes pueden alcanzar un estado alterado por movimientos repetitivos como girar o balancearse. Algunos animales no humanos también exhiben un impulso para experimentar estados alterados. Por ejemplo, pueden consumir bayas o frutas fermentadas y intoxicarse. La forma en que los gatos responden a la hierba gatera (4.17.17.) es otro ejemplo.

gato, es, tenencia, un, gato, juguete

Figura 4.17.17. Este gato sostiene un juguete de hierba gatera y al parecer disfruta de sus efectos psicoactivos.

* : Adicción, dependencia y rehabilitación

Las sustancias psicoactivas a menudo provocan cambios subjetivos que el usuario puede encontrar agradables (por ejemplo, euforia) o

ventajosos (por ejemplo, aumento del estado de alerta). Estos cambios son gratificantes y se refuerzan positivamente, por lo que tienen el potencial de mal uso, adicción y dependencia. La adicción se refiere al uso compulsivo de una droga a pesar de las consecuencias negativas que dicho uso pueda conllevar. El uso sostenido de una droga adictiva puede producir dependencia de la droga. La dependencia puede ser física y/o psicológica. Ocurre cuando el cese del consumo de drogas produce síntomas de abstinencia. La dependencia física produce síntomas de abstinencia física, que pueden incluir temblores, dolor, convulsiones o insomnio. La dependencia psicológica produce síntomas de abstinencia psicológica, como ansiedad, depresión, paranoia o alucinaciones.

La rehabilitación para la drogodependencia y la adicción generalmente implica psicoterapia, que puede incluir terapia tanto individual como grupal. Organizaciones como Alcohólicos Anónimos (AA) y Narcóticos Anónimos (NA) también pueden ser útiles para las personas que intentan recuperarse de la adicción. Estos grupos son autodenominados como becas internacionales de ayuda mutua con el propósito principal de ayudar a los adictos a lograr y mantener la sobriedad. En algunos casos, la rehabilitación se ve favorecida por el uso temporal de sustancias psicoactivas que reducen los antojos y los síntomas de abstinencia sin crear adicción ellos mismos. Por ejemplo, el medicamento metadona se usa comúnmente en el tratamiento de la adicción a la heroína.

+ : La biología humana en las noticias

Actualmente, en Estados Unidos, se está prestando mucha atención mediática a una marea creciente de adicción a opioides y muertes por sobredosis. Los opioides son fármacos derivados de la adormidera o versiones sintéticas de dichas drogas. Incluyen heroína de drogas ilegales y analgésicos recetados como codeína, morfina, hidrocodona, oxicodona y fentanilo. En 2016, el fentanilo recibió amplia atención mediática cuando se anunció que una sobredosis accidental de fentanilo fue responsable de la muerte del ícono de la música rock Prince. El fentanilo es una droga extremadamente fuerte y peligrosa, se dice que es de 50 a 100 veces más fuerte que la morfina, lo que hace que el riesgo de muerte por sobredosis por fentanilo sea muy alto.

El dramático aumento de la adicción a los opioides y las muertes por sobredosis se ha denominado epidemia de opioides Se considera que es la peor crisis de drogas en la historia de Estados Unidos. Considera los siguientes hechos:

En 1999, hubo más del doble de muertes accidentales por accidentes automovilísticos que por sobredosis de drogas. Para 2014, estas causas de muerte accidental se revertieron, con cerca de 40 por ciento más de muertes accidentales por sobredosis de drogas que accidentes automovilísticos. La mayoría de estas muertes por sobredosis de drogas fueron por heroína y analgésicos opioides.

En 1999, la droga estimulante cocaína mató aproximadamente el doble de personas que la heroína. Para 2014, las muertes por heroína subieron 439 por ciento. Durante el mismo intervalo, las muertes por cocaína también aumentaron ligeramente, pero fueron una proporción mucho menor de todas las muertes por drogas que las causadas por la heroína.

La epidemia de opioides en Estados Unidos se ha producido en todos los grupos demográficos, incluyendo todas las categorías étnicas, de edad, de género y socioeconómicas. ¿Qué ha causado esta epidemia? La respuesta parece ser un incremento igualmente dramático en el uso médico de analgésicos recetados. En 1991 se escribieron alrededor de 76 millones de recetas para analgésicos. En 2011, el número de recetas para estos medicamentos había subido a 219 millones, un aumento casi triple. Durante estas mismas dos décadas, los cárteles mexicanos de la droga comenzaron a enviar enormes cantidades de heroína a Estados Unidos. La heroína se volvió más barata y fácil de comprar que los analgésicos recetados. Muchas personas que se volvieron adictas a los opioides recetados cambiaron a la heroína. Alrededor del 80 por ciento de los nuevos usuarios de heroína en 2014 informaron que comenzaron a abusar de los analgésicos recetados.

Los médicos, los profesionales de la salud pública y los políticos han pedido nuevas políticas, financiamiento, programas y leyes para abordar la epidemia de opioides. Los cambios que ya se han realizado incluyen un cambio de criminalizar a medicalizar el problema, un aumento en los programas de tratamiento y una distribución y uso más extendidos del antídoto de sobredosis de

opioides, naloxona (Narcan). Los opioides pueden ralentizar o detener la respiración de una persona, que es lo que generalmente causa muertes por sobredosis. La naloxona ayuda a que la persona se despierte y la mantiene respirando hasta que se pueda brindar tratamiento médico de emergencia.

Atribuciones

Café de Murano por C. Michael Neely CC BY-SA 3.0 vía Wikimedia Commons

Especiales de Licor por Steve Snodgrass

CC BY 2.0 vía Wikimedia Commons

Monograma de éxtasis de la DEA,

dominio público a través de Wikimedia Commons

Preoxigenación ante inducción anestésica por la Oficina de Asuntos Públicos de la Sede de la ISAF

CC BY 2.0 vía Wikimedia Commons

Lophophora williamsii pm por Peter A. Mansfeld,

CC BY 3.0 vía Wikimedia Commons

Gato en la espalda por Pbtflakes Free Art License; vía Wikicommons

Texto adaptado de Biología Humana por CK-12 licenciado CC BY-NC 3.0

This page titled 11.8: Drogas Psicoactivas is shared under a CK-12 license and was authored, remixed, and/or curated by Suzanne Wakim & Mandeep Grewal via source content that was edited to the style and standards of the LibreTexts platform; a detailed edit history is available upon request.

+ : **Curiosas preguntas de Enlace Interactivo**

Mira este video para conocer los efectos secundarios de las películas 3-D. Como se discute en este video, las películas que se filman en 3-D pueden provocar el mareo por movimiento, lo que provoca los síntomas autonómicos de náuseas y sudoración. La desconexión entre el movimiento percibido en la pantalla y la falta de cualquier

cambio en el equilibrio estimula estos síntomas. ¿Por qué crees que sentarte cerca de la pantalla o justo en medio del teatro empeora el mareo durante una película 3-D?

Respuesta: Cuando el campo visual es completamente retomado por la película, el cerebro se confunde por la falta de estímulos vestibulares que coincidan con los estímulos visuales. Sentarse a un lado, o para que se puedan ver los bordes de la pantalla, ayudará al proporcionar una señal visual estable junto con la magia de la experiencia cinematográfica.

+ : **Preguntas de Pensamiento Crítico**

P. ¿Por qué fumar aumenta el riesgo de padecer enfermedades cardíacas? Proporcionar dos razones basadas en la función autonómica.

A. Los vasos sanguíneos, y por lo tanto la presión arterial, están influenciados principalmente por solo el sistema simpático. No hay influencia parasimpática en la presión arterial, por lo que la activación con nicotina de los ganglios autónomos aumentará preferentemente la presión arterial.

Además, el tejido del músculo cardíaco solo está modulado por entradas autonómicas, por lo que la información conflictiva de las fibras posganglionares simpáticas y parasimpáticas provocará arritmias. Tanto la hipertensión como las arritmias son factores de riesgo cardiaco.

P. ¿Por qué la aplicación tópica y cosmética de atropina o escopolamina de la planta de belladona no podría causar intoxicación fatal, como ocurriría con la ingestión de la planta?

A. Las gotas de estas sustancias en los ojos, como antes se hizo cosméticamente, bloquean los receptores muscarínicos en el músculo liso del iris. La concentración de esta aplicación directa probablemente esté por debajo de la concentración que causaría intoxicación si entrara en el torrente sanguíneo.

La posibilidad de que esa concentración sea incorrecta y cause envenenamiento es demasiado grande, sin embargo, para que la atropina sea utilizada como cosmético.

*** : Metabolismo de los aminoácidos**

Las vías para la síntesis y degradación de los aminoácidos utilizados en las proteínas son las más variadas entre las reacciones que sintetizan bloques de construcción biológicos. Empezamos con algunos términos. Primero, no todos los organismos pueden sintetizar todos los aminoácidos que necesitan. Los aminoácidos que un organismo no puede sintetizar (y por lo tanto debe tener en sus dietas) se denominan aminoácidos esenciales. Los aminoácidos restantes que el cuerpo puede sintetizar se llaman no esenciales.

Glucogenic and Ketogenic Amino Acids

Glucogenic	Both Glucogenic and Ketogenic	Ketogenic
Aspartate	Isoleucine	Leucine
Asparagine	Phenylalanine	Lysine
Alanine	Tryptophan	
Glycine	Tyrosine	
Serine		
Threonine		
Cysteine		
Glutamate		
Glutamine		
Arginine		
Proline		
Histidine		
Valine		
Methionine		

Figura 4.17.18. Aminoácidos Glucogénicos y Cetogénicos

Los aminoácidos también se dividen según las vías involucradas en su degradación; hay tres categorías generales. Los que producen intermedios en la vía de la glucólisis se denominan glucógenos y los que producen intermedios de acetil-CoA o acetoacetato se denominan cetogénicos. Aquellos que involucran a ambos se llaman glucógenos y cetogénicos.

Una consideración general importante en el metabolismo de los aminoácidos es la transaminación. En este proceso, se produce un intercambio de amina y oxígeno entre un aminoácido y un alfa-cetoácido (ver abajo)

Alpha-ketoacid + amino acid ↔ amino acid + alpha-ketoacid (4.17.1.)

Sigue una reacción de ejemplo

Pyruvate + Aspartic acid ↔ Alanine + Oxaloacetate (4.17.2.)

Esta reacción es catalizada por una enzima conocida como transaminasa. Los aminoácidos, como el glutamato, también pueden ganar nitrógeno directamente del ion amonio, como se muestra a continuación

Alpha-ketoglutarate + $\mathrm{NH_4^+}$ ↔ Glutamate (4.17.3.)

Esta reacción puede ocurrir, por ejemplo, en bacterias nitrificantes, y en lugares donde se producen desechos de amoníaco. Muchos aminoácidos se pueden sintetizar a partir de intermedios del ciclo del ácido cítrico. Por ejemplo, la síntesis de los aminoácidos no esenciales ocurre de la siguiente manera: el ácido aspártico se puede hacer por transaminación de oxaloacetato. El glutamato proviene de la transaminación del alfa-cetoglutarato. El piruvato, como se señaló, es un precursor de la alanina (vía transaminación). Los aminoácidos que se pueden hacer a partir del glutamato incluyen glutamina (por adición de un ion amonio adicional), prolina y arginina, la asparagina se elabora a partir de aspartato por adición de ion amonio también. La serina se forma a partir de 3-fosfoglicerato y es en sí misma el precursor tanto de glicina como de cisteína. La cisteína y la serina también están hechas de metionina. La tirosina se elabora por hidroxilación de fenilalanina.

*** : Catabolismo de aminoácidos**

La descomposición de la glutamina por glutaminasa es una fuente de iones amonio en la célula. El otro producto es el glutamato. El glutamato, por supuesto, se puede convertir mediante una reacción de transaminación en alfa-cetoglutarato, que puede oxidarse en el ciclo del ácido cítrico.

De manera similar, la asparagina se puede romper en amonio y el aspartato por la asparaginasa y el aspartato se puede convertir por transaminación en oxaloacetato para la oxidación en el ciclo del ácido cítrico.

+ : La alanina se convierte en piruvato en una reacción de transaminación, haciéndola glucógena.

+: La arginina se hidroliza en el ciclo de la urea para producir urea y ornitina.

+: La prolina es catabolizada a glutamato en una inversión de su vía de síntesis.

+: La serina dona un carbono para formar un folato y el otro producto de la reacción es la glicina, que a su vez se oxida a dióxido de carbono y amoníaco. La glicina también se puede convertir de nuevo en serina, que también se puede convertir de nuevo en 3-fosfoglicerato o piruvato.

+: La treonina se puede descomponer en tres vías, aunque solo dos son relevantes para los humanos. Una vía conduce a acetil-CoA y glicina. El otro conduce al piruvato.

+: La cisteína se puede descomponer de varias maneras. El más simple ocurre en el hígado, donde una desulfurasa puede actuar sobre él para producir sulfuro de hidrógeno y piruvato.

+: La metionina se puede convertir en cisteína para un mayor metabolismo. Se puede convertir en succinil-CoA para la oxidación en el ciclo del ácido cítrico. También se puede convertir en S-Adenosil-Metionina (SAM), un donante de carbono.

+: La isoleucina y la valina también se pueden convertir en succinil-CoA después de la conversión primero en propionil-CoA. Dado que la conversión de propionil-CoA a succinil-CoA requiere vitamina B12, el catabolismo de estos aminoácidos también requiere la vitamina.

+: La fenilalanina se convierte durante el catabolismo en tirosina, la cual se degrada finalmente en fumarato y acetoacetato. Así, ambos aminoácidos son glucógenos y cetogénicos. La tirosina también se puede convertir en dopamina, norepinefrina y epinefrina.

+: La leucina y la lisina pueden catabolizarse a acetoacetato y acetil-CoA. La lisina también es un importante precursor de la carnitina.

+: La histidina puede ser catabolizada por bacterias en los intestinos a histamina, lo que provoca la construcción o dilatación de varios vasos sanguíneos cuando está en exceso.

+: El catabolismo del triptófano es complejo, pero puede proceder a través de alanina, acetoacetato y acetil-CoA

En resumen, los siguientes son metabolizados a piruvato: alanina, cisteína, glicina, serina y treonina

+: Oxaloacetato se produce a partir de aspartato y asparagina

+: La succinil-CoA se produce a partir de isoleucina, valina y metionina

+: El alfa-cetoglutarato se produce a partir de arginina, glutamato, glutamina, histidina y prolina.

+: La fenilalanina y la tirosina se descomponen en fumarato y acetoacetato

+: La leucina y la lisina producen acetoacetato y acetil-CoA.

+: El triptófano conduce a alanina, acetoacetato y acetil-CoA.

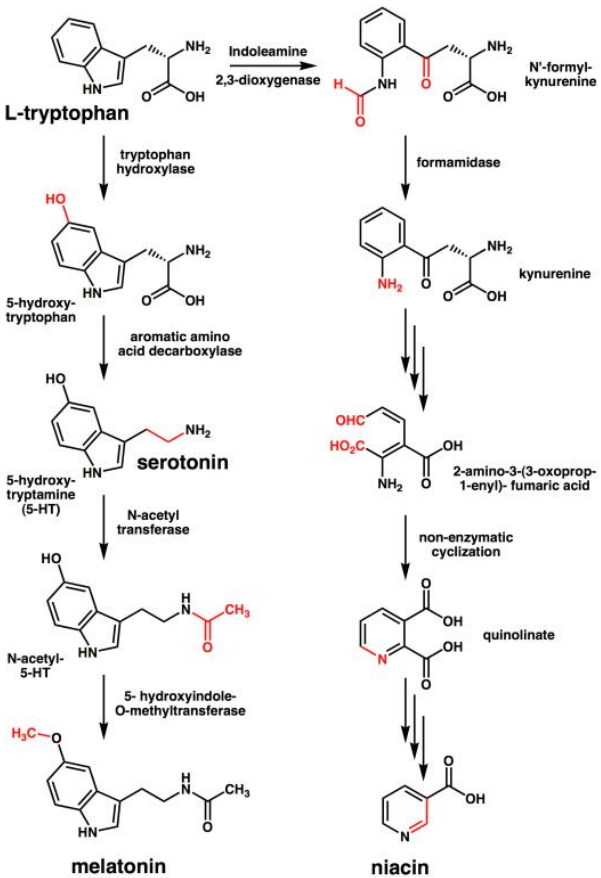


Figura 4.17.19. Conversión de L-Triptófano en Serotonina, Melatonina y Niacina

Por último, los aminoácidos, además de incorporarse a las proteínas, sirven como precursores de compuestos importantes, entre ellos la serotonina (del triptófano), el hemo de porfirina (de la glicina), el

óxido nítrico (de la arginina) y los nucleótidos (de aspartato, glicina y glutamina).

Template: ContribAhern

This page titled 4.17.: Catabolismo de aminoácidos is shared under a CC BY-NC-SA license and was authored, remixed, and/or curated by Kevin Ahern & Indira Rajagopal.

*** : Resumen de las Neuronas**

Las complejas operaciones sinápticas que ocurren en los circuitos neurales de todo el encéfalo surgen por la acción de gran cantidad de neurotransmisores, los cuales actúan sobre una cantidad incluso mayor de receptores postsinápticos de neurotransmisores. El glutamato es el principal neurotransmisor excitador del encéfalo, mientras que el GABA y la glicina son los principales neurotransmisores inhibidores. Las acciones de estos neurotransmisores de molécula pequeña en los casos típicos son más rápidas que las de los neuropéptidos.

Por lo tanto, los neurotransmisores de molécula pequeña median la transmisión sináptica cuando es esencial una respuesta rápida, mientras que los neurotransmisores neuropeptídicos, así como las aminas biógenas y algunos neurotransmisores de molécula pequeña, tienden a modular la actividad en curso en el encéfalo o en los tejidos diana periféricos de una forma más gradual y continua. Se han desarrollado dos familias bien diferentes de receptores de neurotransmisores que llevan a cabo las acciones de señalización postsináptica de los neurotransmisores.

Los canales iónicos ionotrópicos o con puerta de ligando combinan el receptor para los neurotransmisores y el canal iónico en una entidad molecular y, por lo tanto, dan origen a respuestas eléctricas postsinápticas rápidas. Los receptores metabotrópicos regulan la actividad de los canales iónicos postsinápticos de modo indirecto, habitualmente a través de proteínas G, e inducen respuestas eléctricas más lentas y más duraderas. Los receptores metabotrópicos son especialmente importantes para regular el comportamiento, y los fármacos dirigidos a estos receptores han sido valiosos en la clínica para el tratamiento de una amplia gama de trastornos conductuales.

La respuesta postsináptica en una sinapsis dada está determinada por la combinación de subtipos de receptores, de subtipos de proteínas G y de canales iónicos que son expresados en la célula postsináptica. Dado que cada una de estas características puede variar tanto en cada neurona como entre ellas, es posible una gran diversidad de efectos mediados por transmisores. Los fármacos que influyen en las acciones de los transmisores tienen una enorme importancia en el tratamiento de los trastornos neurológicos y psiquiátricos, y en un amplio espectro de otros problemas médicos.

Después de entender cómo funciona la base de todo el sistema de comunicaciones del sistema nervioso como el Potencial de Acción, las Sinaspsis y los neurotransmisores, se entiende el resto de todas las funciones, por eso quisimos extender ese estudio para ver la importancia que tiene, ya que influye en toda nuestra vida diaria.

Neurotransmisores y Neurohormonas	
AcetilColina	Sustancia negra
Transportan ideas y pensamientos que nos hacen críticos y racionales, es el principal estimulante del sistema nervioso parasimpático, excita la motricidad voluntaria, sirve para elaborar y fortalecer información, regula el sueño y la vigilia.	 Carne de res Huevos Maní
Dopamina	Hipotálamo
Interviene en la motricidad fina y gruesa, eleva la estimulación mental y corporal, motiva la capacidad de concentración y reacción, estimula la creatividad, anula el miedo y depresiones, libera endorfinas que estimulan la afectividad y el equilibrio sexual y aumenta la producción de leucocitos.	 Legumbres Tomates Platanos
Adrenalina	Glándulas suprarenales
Es una hormona y un neurotransmisor, incrementa la frecuencia cardíaca, contrae los vasos sanguíneos, dilata las vías aéreas y participa en la reacción de lucha, ataque o huida del sistema nervioso simpático.	 Brócoli - Guisantes Semillas de Girasol Harina de avena
Noradrenalina	Tirosina + Glándulas suprarenales

Regula el equilibrio de las funciones involuntarias de los órganos internos, permite la agudización y recepción de conciencia y el pensamiento.	
Endorfina	Hipotálamo, Glándula pituitaria
Son anestésicos y producen estados de euforia y ánimo, eliminan problemas de órden psiquico como el estrés, la ansiedad, la depresión, etc.	 Ejercicio físico Chocolate, Gingseng Picantes
Serotonina	Cerebro y tracto gastrointestinal
Estimula los estados de ánimo, suprime la ansiedad causada por tendencias depresivas del ser humano, regula la somnolencia y ele quilibrio interno del sistema parasimpático.	 Carnes, lácteos Cereales, Frutos secos
Oxitocina	Hipotálamo (Núcleo caudado)
Participa en el orgasmo humano impulsando la motricidad biológica del útero, participa en los impulsos animales, en término general, está ligada a la función del placer y la felicidad, es la hormona que imopone la naturaleza para la conservación del equilibrio, la preocreación y la preservación de la especie.	 Perejil Leche de animales Hierbabuena

*** : Vamos a reflexionar sobre las neuronas y el cerebro**

Como puede apreciarse, se hizo énfasis en este tema para mostrar la evidente conexión que hay entre los fotones y neutrinos como elementos indispensables en todos los procesos de comunicación a través de las neuronas en un proceso muy similar al que se realiza con la corriente eléctrica, para ver luego la evaluación y respuesta del cerebro por medio de los sistemas simpático y parasimpático del sistema nervioso en los seres humanos

Las operaciones sinápticas complejas que se producen en los circuitos neuronales de todo el cerebro surgen de la acción de un gran número

de neurotransmisores, que actúan sobre un número aún mayor de receptores de neurotransmisores postsinápticos. El glutamato es el principal neurotransmisor excitatorio del cerebro, mientras que el GABA y la glicina son los principales neurotransmisores inhibidores. Las acciones de estos neurotransmisores de molécula pequeña suelen ser más rápidas que las de los neuropéptidos.

Por lo tanto, los neurotransmisores de molécula pequeña median la transmisión sináptica cuando es esencial una respuesta rápida, mientras que los neurotransmisores de neuropéptidos, así como las aminas biogénicas y algunos neurotransmisores de molécula pequeña, tienden a modular la actividad en curso en el cerebro o el cuerpo en forma continua. Han evolucionado dos familias bastante diferentes de receptores de neurotransmisores que llevan a cabo las acciones de señalización postsináptica de los neurotransmisores.

Los canales iónicos ionotrópicos o activados por ligando combinan el receptor de neurotransmisores y el canal iónico en una entidad molecular y, por lo tanto, dan lugar a respuestas eléctricas postsinápticas rápidas. Los receptores metabotrópicos regulan indirectamente la actividad de los canales iónicos postsinápticos, por lo general a través de proteínas G, e inducen respuestas eléctricas más lentas y duraderas. Los receptores metabotrópicos son especialmente importantes en la regulación del comportamiento, y los fármacos dirigidos a estos receptores han tenido valor clínico en el tratamiento de una amplia gama de trastornos del comportamiento.

La respuesta postsináptica en una sinapsis determinada está determinada por la combinación de subtipos de receptores, subtipos de proteína G y canales iónicos que se expresan en la célula postsináptica. Como cada una de estas características puede variar dentro y entre neuronas, es posible una gran diversidad de efectos mediados por transmisores. Los fármacos que influyen en las acciones de los transmisores son de enorme importancia en el tratamiento de trastornos neurológicos y psiquiátricos y un amplio espectro de otros problemas médicos.

Para la mayoría de los mortales, este lenguaje técnico, propio de los médicos, es igual a su forma de escribir, necesaria para que sólo ellos

entiendan lo que dicen, pero siguiendo el objetivo de este trabajo, es necesario traducirlo para entenderlo:

La comunicación entre los órganos de los sentidos y el cerebro, la evaluación que se hace entre la memoria consciente e inconsciente (Corteza y Neocorteza) que la devuelve al tálamo para emitir la respuesta, esta comunicación inicial puede ser eléctrica ligera o intensa, dependiendo del desencadenante externo. (el toque de una pluma o un fuerte agarre en el brazo), que produce una sensación (recuerdo de impulsos recibidos previamente) que también produce una emoción (efecto secundario) y una reacción que identifica los neurotransmisores que conducirán la respuesta a lo indicado lugar acompañado del impulso de energía eléctrica que acciona todo el sistema. También nos dicen que existen medicamentos para solucionar problemas en este sistema y que todo funciona como parte del sistema nervioso.

Toda esta maravillosa combinación de factores, con nombres grandilocuentes y extraños, tiene una base real simple, la que vimos al comienzo de este trabajo, donde escrutábamos el conocimiento sobre el átomo y sus efectos.

Aquí encontramos más visible el efecto de los fotones y neutrinos, teniendo en cuenta que el neurotransmisor Acetil Colina (ACh) (todas las paredes de las neuronas) funciona de manera muy similar a lo que podría ser un cableado que recorre todo el cuerpo (sin cobre, por supuesto), sino que la señal va pasando de ACh a ACh y de neurona a neurona, esto no sería posible si hablamos de electrones completos, solo fotones y neutrinos sin masa pueden cumplir esta función.

Todo funciona muy parecido a como sueñan hacerlo funcionar con computación cuántica, interpretando 3 códigos de señales simultáneamente (Cubits), es la perfección de la naturaleza y el secreto del funcionamiento cerebral, visible con el funcionamiento del neurotransmisor Gaba.

CAPÍTULO XVIII : Sistema nervioso central

*** : La memoria como elemento de dominio**

+ : **CEREBRO como Centro transmisor**

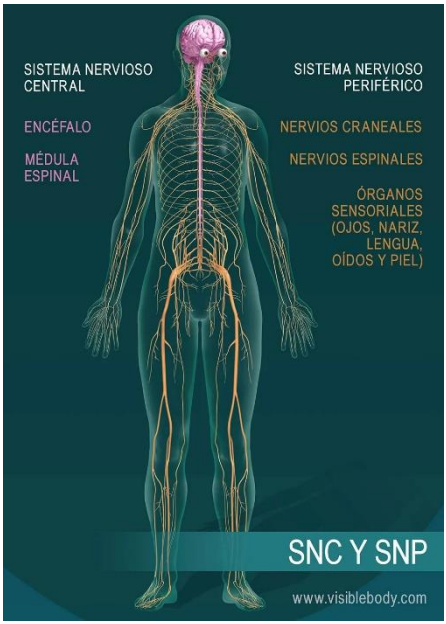


Figura 4.18.1. SNC y SNPSistema Nervioso Central

El sistema nervioso central es una de las porciones en que se divide el sistema nervioso. En los animales vertebrados está constituido por el encéfalo y la médula espinal, se encuentra revestido por tres membranas: duramadre (membrana externa), aracnoides (intermedia), piamadre (membrana interna), denominadas genéricamente meninges y protegido por envolturas óseas, que son el cráneo y la columna vertebral respectivamente.

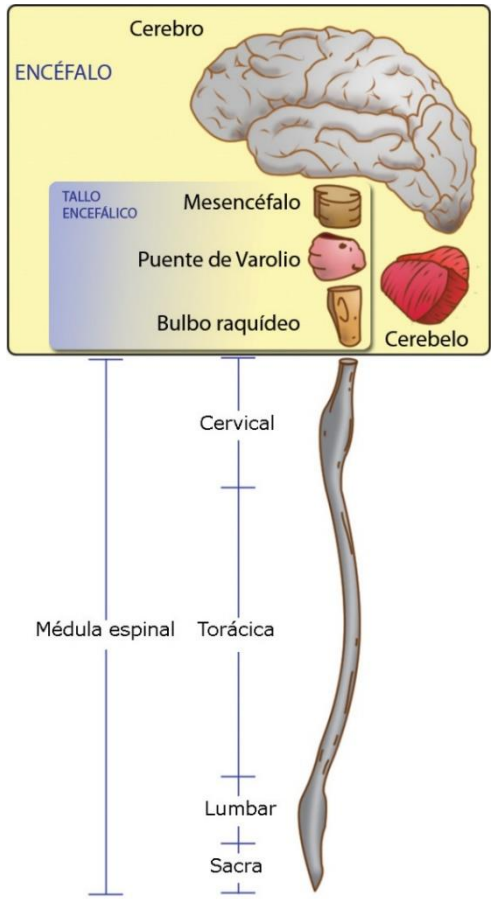


Figura 4.18.2. Sistema Nervioso Central

Se trata de un sistema muy complejo, ya que se encarga de percibir estímulos procedentes del mundo exterior, procesar la información y transmitir impulsos a nervios y músculos. El sistema nervioso de los animales vertebrados, incluidos los mamíferos y el hombre, puede dividirse en dos partes bien diferenciadas, el sistema nervioso central, constituido por el encéfalo y la médula espinal y el sistema nervioso periférico que está formado por los nervios sensitivos y motores que enlazan el sistema nervioso central con el resto del organismo.

El sistema nervioso procesa la información siguiendo un circuito más o menos estándar. La señal se inicia cuando una neurona sensorial recibe un estímulo externo. Su axón se denomina fibra

aferente. Esta neurona sensorial transmite una señal a otra aledaña, de modo que acceda un centro de integración del sistema nervioso del animal. Las interneuronas, situadas en dicho sistema, transportan la señal a través de sinapsis. Finalmente, si debe existir respuesta, se excitan neuronas eferentes que controlan músculos, glándulas u otras estructuras anatómicas.

Las neuronas aferentes y eferentes, junto con las interneuronas, constituyen el circuito neuronal. Las señales eléctricas no constituyen en sí mismas información, la neurociencia actual ha descartado que las neuronas básicamente sean algo así como líneas telefónicas de transmisión. Esas señales eléctricas en cambio caracterizan el estado de activación de una neurona.

Las neuronas se agrupan dentro de circuitos neuronales, y la señal eléctrica, que propiamente es un potencial eléctrico, de una neurona se ve afectada por las neuronas del circuito a las que está conectada. El estado de una neurona dentro de un circuito neuronal cambia con el tiempo, y se ve afectada por tres tipos de influencias, las neuronas excitadoras del circuito neuronal, las neuronas inhibidoras del circuito neuronal y los potenciales externos que tienen su origen en neuronas sensoriales.

La función de un determinado grupo de neuronas es alcanzar un determinado estado final en función de los estímulos externos. Por ejemplo, en la percepción del color, un grupo de neuronas puede encargarse de acabar en un determinado estado si el estímulo es "rojo" y otro determinado estado si el estímulo es "verde". El número de "estados estables" posibles del circuito neuronal se corresponde con el número de patrones (en este caso colores diferentes) que puede reconocer el circuito neuronal.

El número de patrones *p* reconocibles por un número de neuronas se puede relacionar con el número de neuronas que forman el grupo y la probabilidad de error en el reconocimiento de dicho patrón. Las personas más hábiles o más entrenadas en una tarea ejecutan la misma tarea con mucha mayor precisión porque tienen un mayor número de neuronas encargadas de dicha tarea (la repetición espaciada de una actividad refuerza las sinapsis y el número de neuronas potencialmente involucradas en esa tarea). La teoría de Hopfiled y la regla de Hebb estiman la relación entre el número de

neuronas *N* que intervienen en reconocer *p* patrones y la probabilidad de error P_e en el reconocimiento de patrones:

Donde es la llamada función error asociada a la curva de Gauss. Esta ecuación refleja que un pianista profesional o un deportista de élite ejecuta con una probabilidad de error muy pequeña determinada tarea porque su entrenamiento hace que un mayor número de neuronas *N* esté involucrada en dicha tarea y eso minimiza mucho la probabilidad de error.

El aprendizaje se da cuando por efecto de los patrones de activación reiterados, las conexiones neuronales sufren una reestructuración: ciertas conexiones sinápticas se refuerzan mientras otras conexiones sinápticas se debilitan. El conocimiento que un individuo tiene del mundo se refleja en la estructura de estas conexiones.

A su vez el número y el tipo de conexión determina el número de atractores disponibles de la neuro dinámica de un circuito y por tanto el número de patrones diferentes que dicho circuito puede identificar. Igualmente, el olvido y la pérdida de capacidad tienen una base fisiológica en el debilitamiento de sinapsis raramente usadas. Cuando un determinado circuito neuronal se activa poco sus sinapsis decaen y pueden llegar a perderse por lo cual el reconocimiento de cierto patrón puede llegar a perderse.

*** : Sistema límbico**

El sistema nervioso hace más que enviar información y procesar órdenes. ¿Por qué ciertos olores evocan inmediatamente recuerdos particulares? La respuesta parece estar en el sistema límbico. El sistema límbico forma dos anillos emparejados en el cerebro, que consisten en el hipocampo, la amígdala, la circunvolución cingulada y la circunvolución dentada, junto con otras estructuras y tractos. Al igual que con otros segmentos del cerebro, el sistema límbico está involucrado en múltiples funciones y niveles de actividad del sistema nervioso. Ayuda a procesar los recuerdos y el olfato, nuestro sentido del olfato, y maneja una variedad de emociones. El aroma que emana de una sartén en el horno puede hacer que sus manos tomen una cuchara. También puede ser una llamada para cenar temprano y hacerte sentir feliz, triste o nostálgico.

Figura 4.18.3. Sistema Límbico

Circunferencia de la faja:

Forma parte de la corteza límbica y se encuentra justo debajo del cuerpo calloso. Su función es coordinar olores agradables y visiones de emociones pasadas.

Giro parahipocampal:

Esta zona de la corteza que flanquea el hipocampo se activa al mirar escenas y lugares.

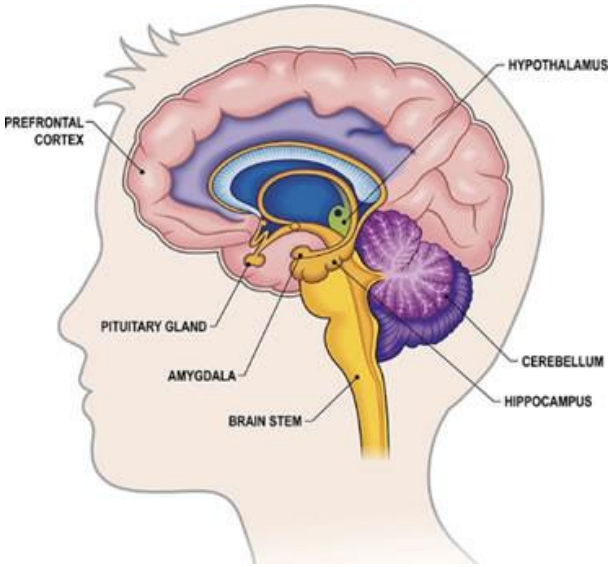


Figura 4.18.4. Descripción del sistema límbico

+ : **Hipocampo:**
El nombre deriva de su vaga semejanza con un caballito de mar. Está involucrado en la memoria y la conciencia espacial.

+ : **Amígdala:**
Los grupos de neuronas en forma de almendra están muy involucrados en la memoria y las respuestas emocionales.

+ : **Área septal:**
Ubicado debajo de la parte anterior del cuerpo calloso. Constituye uno de los Centros del Placer Cerebral. Algunos creen que es el centro del orgasmo (otros piensan que es el hipocampo, la amígdala y el núcleo caudado juntos al mando).

+ : **Hipotálamo:**
El hipotálamo es una estructura diminuta (aproximadamente del tamaño de un frijol), pero una de las partes más activas del cerebro. Se ocupa principalmente de la homeostasis, funcionando como un termómetro.

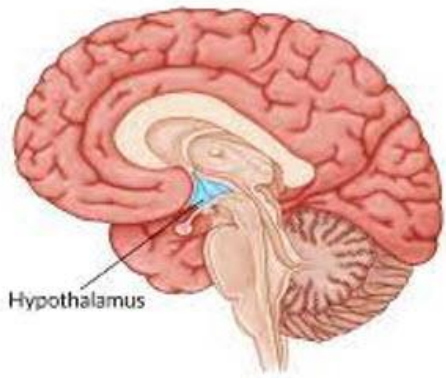


Figura 4.18.5. Hipotálamo

El hipotálamo regula el hambre, la sed, la respuesta al dolor, los niveles de placer, la satisfacción sexual, la ira y más. También regula el funcionamiento del sistema nervioso autónomo (SNA). El sistema nervioso autónomo está compuesto por el sistema nervioso simpático (lucha o huida) y el sistema nervioso parasimpático (descanso y digestión).

Al regular el SNA, el hipotálamo controla la presión arterial, la frecuencia cardíaca, la respiración, la digestión, el hambre, la sed, la excitación sexual y el ritmo circadiano del ciclo de sueño/vigilia. Controla el sistema endocrino activando la glándula pituitaria / tiroides / suprarrenal para que liberen hormonas en el torrente sanguíneo.

*** : Amígdala e hipocampo.**

Para discernir el papel de la amígdala y el hipocampo, recuerda este ejemplo: el hipocampo es crucial para reconocer la cara de un compañero de clase, pero es la amígdala la que te permite saber que no te gusta.

- ***+ :*** **Zona prefrontal:**

No forma parte del circuito límbico tradicional, pero sus fuertes conexiones con el tálamo, la amígdala y otras regiones subcorticales explican el importante papel que desempeña en la expresión de los estados afectivos. Cuando se daña la corteza prefrontal, el individuo pierde el sentido de sus responsabilidades sociales, así como su capacidad de concentración y abstracción. Cuando se realizaba una lobotomía prefrontal para tratar ciertos trastornos psiquiátricos, los pacientes entraban en un estado de "amortiguación afectiva".

*** : Funciones del sistema límbico**

Hay muchas funciones del sistema límbico (2). Esta región trabajadora del cerebro controla o regula lo siguiente:

- ***+ :*** (especialmente el sentido del olfato)
- ***+ :*** Apetito y conductas alimentarias.
- ***+ :*** Sueño y sueños
- ***+ :*** Respuestas emocionales
- ***+ :*** Comportamiento sexual
- ***+ :*** Adicción y motivación.
- ***+ :*** Memoria
- ***+ :*** Cognición social

*** : Cómo el sistema límbico puede afectar el cuerpo**

Las anomalías, la disfunción y/o el daño del sistema límbico se han asociado con muchas afecciones (2). Éstos incluyen:

+: Epilepsia
+: Encefalitis límbica
+: Demencia/Alzheimer
+: Desórdenes de ansiedad
+: Esquizofrenia
+: Trastornos afectivos
+: DHD (trastorno por déficit de atención con hiperactividad)
+: Autismo
+: Síndrome de Kluver-Bucy (síntomas relacionados con la destrucción bilateral de la amígdala)
+: Psicosis de Korsakoff
+: Síndrome de Kluvere Bucy.

Confirmó las ideas de Papez. La ablación bilateral de la parte anterior de los lóbulos temporales en monos Rhesus, lesionando el hipocampo, la circunvolución parahipocampal y la amígdala, causó:

1. domesticación de animales generalmente agresivos y salvajes;
2. perversión del apetito;
3. agnosia visual: incapacidad para reconocer objetos, incluidos animales que solían causar miedo, como: serpientes y escorpiones;
4. tendencia oral: se llevan todo a la boca, incluidos los escorpiones.
5. Hipersexualidad: que lleva a tener relaciones sexuales con animales de su mismo sexo o de otra especie. masturbación continua.

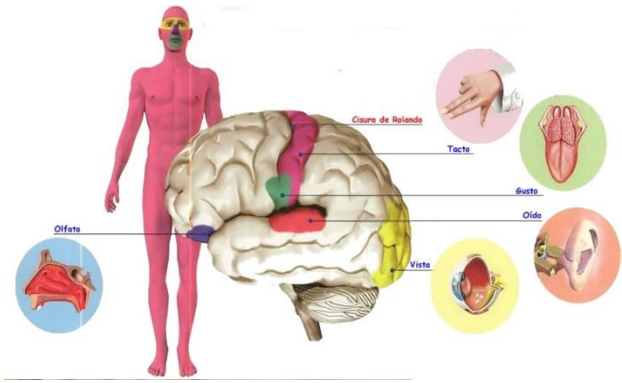


Figura 4.18.5. Detección de los sentidos

*** : Factores que pueden causar disfunción del sistema límbico**

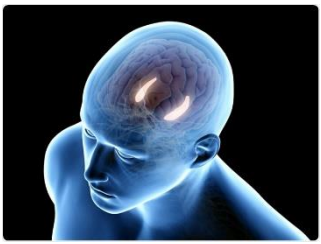


Figura 4.18.6. Sistema Límbico

Existen varios factores o lesiones neurotóxicas que pueden inhibir el normal funcionamiento del sistema límbico. Éstos incluyen:

- ***+ :*** Infección viral, bacteriana o fúngica
- ***+ :*** Trauma físico
- ***+ :*** Trauma psicológico o emocional
- ***+ :*** Exposición a sustancias químicas
- ***+ :*** Toxicidad por moho
- ***+ :*** Inflamación
- ***+ :*** Estrés crónico
- ***+ :*** Disfunción del sistema inmunológico

Estos insultos dañan nuestro sistema límbico provocando que permanezca en un continuo estado de emergencia. Cuando está en un estado de alerta máxima, nuestro cerebro aprieta nuestros sistemas reguladores del cuerpo, incluido el sistema inmunitario y las vías de desintoxicación. Como resultado, una persona es más vulnerable a los productos químicos, las bacterias y los virus.

La exposición a neurotoxinas, traumas o factores estresantes en una persona con disfunción del sistema límbico puede provocar afecciones crónicas además de las enumeradas anteriormente. Estas condiciones incluyen síndrome de fatiga crónica, encefalomielitis miálgica, fibromialgia, sensibilidades químicas múltiples, sensibilidades al moho, síndromes de dolor, ansiedad, fatiga suprarrenal, síndrome del intestino irritable, POTS y otras condiciones.

*** : El hipocampo**

Por Dra. Sanchari Sinha Dutta, Ph.D.*revisado por*Sally Robertson, B.Sc.

El hipocampo es una estructura cerebral incrustada profundamente en el lóbulo temporal de cada corteza cerebral. Es una parte importante del sistema límbico, una región cortical que regula la motivación, la emoción, el aprendizaje y la memoria.

+ : **¿Qué es el hipocampo?**

El hipocampo es una estructura en forma de S dentro del aspecto central del lóbulo temporal que puede identificarse como una capa de neuronas densamente empaquetadas. Recibe entradas aferentes del giro cingulado, giro dentado, hipocampo contralateral, giro parahipocampal, área septal, indusium griseum y diencéfalo. En relación con las vías eferentes, las fibras nerviosas del hipocampo continúan directamente desde el subículo hasta la corteza entorrinal y la amígdala, así como a través del fórnix hasta las diversas estructuras anteriores del cerebro.

*** : ¿Cuáles son las funciones del hipocampo?**

Al ser una parte integral del sistema límbico, el hipocampo juega un papel vital en la regulación del aprendizaje, la codificación de la memoria, la consolidación de la memoria y la navegación espacial.

+ : **Hipocampo y memoria**

El hipocampo se divide en tres regiones: CA1, CA2 y CA3. Estas regiones forman el bucle trilaminar, que es el centro de procesamiento de la memoria a largo plazo. La potenciación a largo plazo (LTP), que es una forma de plasticidad neural, ocurre en el hipocampo, y en LPT es un mecanismo cerebral vital involucrado en el almacenamiento de la memoria. Los complejos procesos de codificación de la memoria en el hipocampo y la recuperación de las experiencias del lóbulo frontal involucran dos vías prominentes: vías polisinápticas y directas. En la vía polisináptica, el hipocampo recibe información aferente a través de axones de la corteza entorrinal, que terminan en la circunvolución dentada. Allí, las neuronas de la circunvolución dentada envían fibras musgosas a las neuronas de las células piramidales ubicadas en CA3.

Estas neuronas de células piramidales se dividen en dos ramas: una rama llega al lado opuesto del hipocampo a través del cuerpo calloso; la otra rama conecta CA1 con las rutas de garantía de Schaffer. Desde allí, las proyecciones salen del hipocampo para regresar a la corteza temporal inferior, el polo temporal y la corteza

prefrontal. La vía polisináptica es importante para la memoria semántica (hechos y conceptos), y la vía directa es importante para la memoria episódica (recuerdo de eventos) y espacial (reconocimiento).

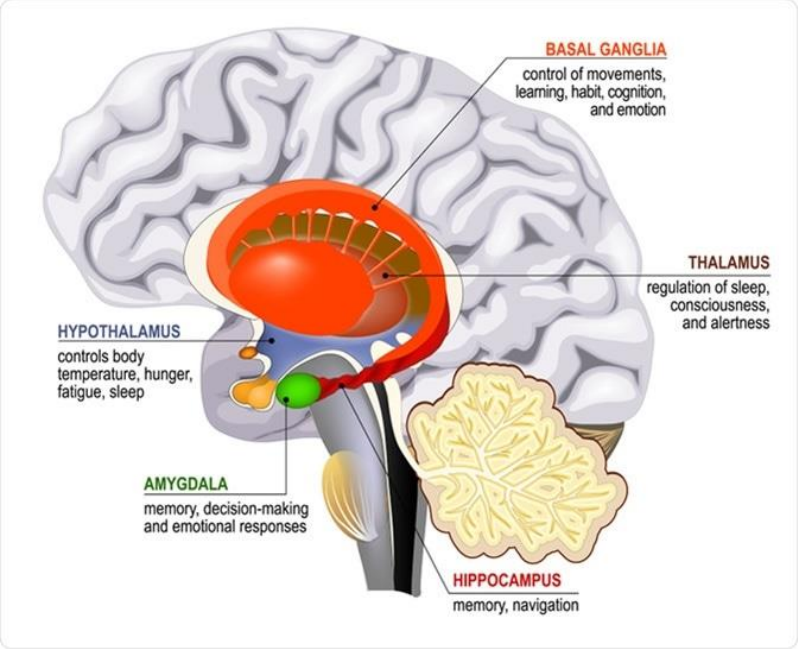


Figura 4.18.7. Partes del sistema límbico

Sistema límbico. Sección transversal del cerebro humano. Cuerpo mamilar, ganglios basales, hipófisis, amígdala, hipocampo, tálamo; Crédito de la ilustración: Designua/Shutterstock

+ : **Hipocampo y aprendizaje**

Las células piramidales del hipocampo juegan un papel esencial en el condicionamiento de parpadeo clásico, que es un modelo estándar para estudiar el aprendizaje asociativo. Los estudios que involucran el condicionamiento del parpadeo retrasado han revelado que las células piramidales forman un paradigma de secuencia de amplitud de tiempo que predice la respuesta conductual aprendida. La tasa de adquisición puede verse afectada o aumentada por manipulaciones del hipocampo. En esta forma de aprendizaje, el hipocampo juega un papel importante en el

condicionamiento de rasgos donde se impone un breve intervalo entre la condición y los estímulos incondicionados. Después del condicionamiento del parpadeo, se genera plasticidad neuronal de larga duración en el hipocampo, que es necesaria para el aprendizaje del condicionamiento del parpadeo rasgo.

+ : **Hipocampo y navegación espacial**

Una de las principales funciones del hipocampo es formar el mapa cognitivo, que es un tipo de representación mental relacionada con la adquisición, codificación, almacenamiento, recuperación y decodificación de información en lugares relativos dentro de un entorno específico. Las pilas de lugares, un tipo de pila piramidal, están involucradas principalmente en la navegación espacial comercializada por el hipocampo. Estas pilas se activan cuando un animal ingresa a un lugar particular en su entorno (campo de lugar); sin embargo, estas células permanecen en silencio cuando un animal se mueve fuera de lugar. Además del campo de ubicación, la velocidad de disparo de la pila de ubicación depende de la dirección del movimiento, la dirección del objetivo u otros factores relacionados con la tarea.

+ : **Hipocampo y comportamiento**

El hipocampo juega un papel vital en el comportamiento flexible y orientado a objetivos. Se requiere actividad hipocampal intacta para formar y reconstruir la memoria relacional (se requiere recordar asociaciones arbitrarias entre objetos o eventos) asociada con la cognición flexible y el comportamiento social. Muchos estudios han revelado que cualquier daño al hipocampo puede afectar la relación de un individuo.

*** : La amígdala**

La amígdala es una estructura pequeña que tiene un complejo de núcleos en forma de almendra. Su localización es en la porción dorsomedial del lóbulo temporal y anterior a la cola del núcleo caudado. El cuerpo amigdaloide, como muchos desconocen, no son aquellas estructuras situadas en la región de la faringe (correctamente llamadas amígdalas) sino el componente más importante del sistema límbico, responsable de nuestras emociones

y también de trastornos como la ansiedad y los postraumáticos. estrés.

+ : **Estructuras y conexiones de la amígdala**

Tiene 12 núcleos que se dividen en tres grupos: corticomedial, basolateral y central (alguna literatura considera solo dos grandes grupos, que serían el núcleo amigdalino cortical o lateral y el núcleo amigdalino medial).

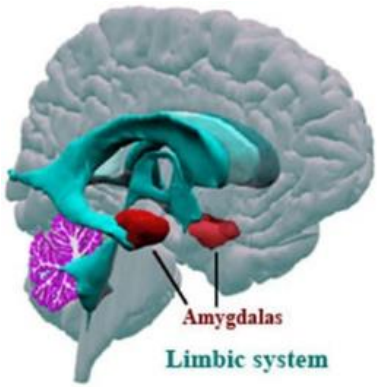


Figura 4.18.8. La Amigdala

Grupo corticomedial: recibe conexiones olfativas, proyecciones bulbosas y parece estar involucrado en el comportamiento sexual. Su estimulación provoca una reacción defensiva y agresiva.

Grupo basolateral: recibe la mayor parte de las conexiones aferentes y su estimulación provoca reacciones de miedo y huida. Este grupo recibe extensas proyecciones de los sistemas sensoriales además de enviar proyecciones al grupo principal. Grupo central: da lugar a conexiones eferentes, los axones que emergen de este grupo establecen conexiones con el hipotálamo, núcleos bulbares y con la sustancia gris periacueductal.

La amígdala es la estructura subcortical con mayor número de proyecciones de todo el sistema nervioso. Sus conexiones aferentes se conectan con todas las áreas secundarias de asociación de la corteza, donde traen información sensorial que ya ha sido procesada. Además, se reciben impulsos de algunos núcleos

hipotalámicos, el núcleo dorsomedial del tálamo, los núcleos septales y el núcleo del tracto solitario.

Las conexiones de la amígdala son esenciales para todo el organismo debido a la organización de los componentes visceral, autónomo, somatosensorial y somatomotor del comportamiento afectivo.

Vía desde el lóbulo dorsal de la amígdala: se proyecta hacia los núcleos septales, el núcleo accumbens, los núcleos hipotalámicos y los núcleos habenulae a través de la estría terminal.

Vía amigdalofágica ventral: termina proyectándose a las mismas zonas de origen de las fibras aferentes y también al núcleo basal de Meynert. Con esta vía, los eferentes se proyectan a los núcleos del tronco encefálico.

Además de las conexiones extrínsecas mencionadas, los núcleos de la amígdala son capaces de comunicarse a través de fibras glutamatérgicas debido a que el complejo amigdaloide posee una gran diversidad de neurotransmisores como acetilcolina, GABA, serotonina, norepinefrina, entre otros.

+ : **La amígdala y el miedo**

La amígdala tiene la mayor concentración de receptores sexuales en el sistema nervioso central, y su estimulación da como resultado una variedad de comportamientos inespecíficos relacionados con la sexualidad, al igual que su daño provoca hipersexualidad. Pero por sorprendente que sea esta concentración de receptores, la función principal de la amígdala es el procesamiento del miedo.

Se realizaron estudios con pacientes con lesiones bilaterales de la amígdala que dejaron de sentir miedo incluso en situaciones de peligro inminente, lo que despertó la curiosidad de los investigadores porque la amígdala solo puede activarse al ver a otras personas con una expresión facial de miedo. (aunque el observador no sabe lo que está pasando y tal vez ni siquiera tiene miedo).

El miedo se caracteriza como una reacción de alarma ante el peligro que provoca la activación del sistema simpático y la liberación de adrenalina por parte de las suprarrenales. Síndrome de emergencia de cañón es el nombre que se le da a la alarma que prepara al cuerpo para situaciones en las que debe huir o enfrentarse al peligro.

Primero, la información visual o auditiva, si el peligro hace algún ruido, se lleva al tálamo ya las áreas visuales primaria y secundaria. Con eso, la información seguirá dos caminos:

Vía directa: la información visual es tomada y procesada en el grupo basolateral, pasando por el grupo central que disparará la alarma con manifestaciones fisiológicas, autonómicas y comportamentales

La ruta directa es más rápida que la ruta indirecta y permite una respuesta inmediata al peligro. La forma indirecta permite que la corteza prefrontal analice la información y apague la alarma si es necesario. Entonces el individuo solo siente miedo cuando los impulsos nerviosos llegan a la corteza. El siguiente diagrama representa el papel de los neurotransmisores y las vías cerebrales necesarias para la adquisición del miedo condicionado:

+ : **La amígdala y la ansiedad**

Algunos estudios sostienen que la ansiedad es un paso necesario para que se produzca la ansiedad. formación de la memoria debido a la experiencia con la administración de ansiolíticos de benzodiacepinas. Estos medicamentos se prescriben comúnmente para estados agudos de ansiedad, insomnio, trastornos del estado de ánimo y otras condiciones relacionadas con el sistema nervioso central, con la característica principal de reducir el miedo y la ansiedad y producir amnesia anterógrada. El estado de alerta en que se encuentra el individuo cuando recuerda algo, fortalece su memoria y su consolidación.

*** : Memoria emocional y trastorno de estrés postraumático**

Se cree que la amígdala juega un papel en la planificación del comportamiento basado en la integración de información interna y exteroceptiva. Uno de los primeros estudios sobre la relación entre la amígdala y la consolidación de la memoria fue el de Weiskrantnz, quien demostró que una lesión en la amígdala impide la formación de asociaciones estímulo-refuerzo. Sin embargo, el papel de la amígdala en la memoria emocional se puede ver de dos maneras:

La participación de la amígdala en la formación de respuestas condicionadas a ciertos estímulos que inicialmente son neutrales y luego se asocian con estímulos desencadenantes primarios de tales

respuestas. Concluyendo que la respuesta puede ser emitida sin recordar conscientemente la situación.

+ : **La amígdala en la formación de memorias declarativas con contenido emocional.**

La hiperactividad en la amígdala, la disfunción en la corteza prefrontal medial y el hipocampo dan como resultado una respuesta exagerada al recuerdo, que ocurre en personas que sufren de trastorno de estrés postraumático (TEPT), una reacción anormal al trauma. El siguiente video simplemente ilustra cómo ocurre el PTSD, centrándose en las estructuras anatómicas involucradas: https://www.youtube.com/watch?v=zd8dvHHfCF0

+ : **Conclusión sobre la amígdala**

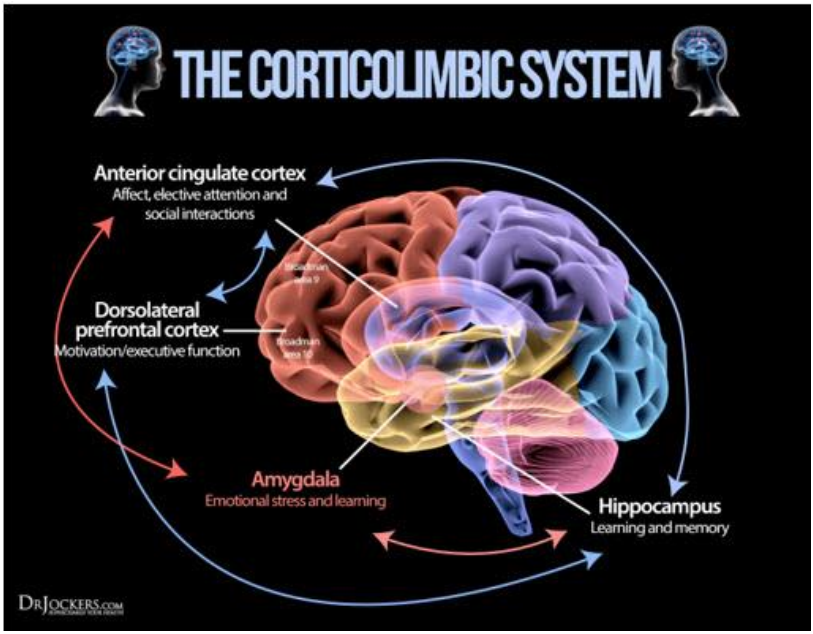


Figura 4.18.9. Sistema Corticolímbico

Por lo tanto, es posible concluir que la amígdala está involucrada en varios procesos a través de sus núcleos que tienen funciones específicas. Sus diversas conexiones dan a esta estructura la posibilidad de comunicación con diferentes elementos del sistema nervioso y modulaciones a través de neurotransmisores de los más variados tipos. Desempeña un papel importante en la vía del miedo,

aunque la determinación del sentimiento solo se logra indirectamente por la corteza prefrontal. También es importante en los trastornos de ansiedad y estrés postraumático, así como en la consolidación de la memoria emocional.

* : “Inteligencia, aprendizaje y memoria.

Cuando creces y aprendes cosas, los mensajes viajan de una neurona a otra, una y otra vez, creando conexiones (o vías neuronales) dentro de tu cerebro. Por lo tanto, aprender a conducir requiere mucha concentración, pero luego conduces casi automáticamente porque las vías neuronales ya están bien establecidas.

En los niños pequeños, el cerebro es muy adaptable. De hecho, cuando una parte del cerebro de un niño se lesiona, otra parte a menudo aprende a realizar algunas de las funciones perdidas. Pero a medida que envejecemos, al cerebro le cuesta más establecer nuevas redes neuronales, lo que nos dificulta dominar nuevas tareas o cambiar los patrones de comportamiento establecidos. Es por eso que muchos científicos creen que es importante continuar desafiando al cerebro para que aprenda cosas nuevas y establezca nuevas conexiones. Esto ayuda a mantener el cerebro activo durante toda la vida.

La memoria es otra función compleja del cerebro. Las cosas que haces, aprendes y ves primero se procesan en la corteza cerebral. Luego, si esa información se siente lo suficientemente importante como para recordarla permanentemente, se envía a otras partes del cerebro (como el hipocampo y la amígdala) para la retención de la memoria a largo plazo. A medida que esos mensajes viajan por el cerebro, se crean vías neuronales que son los componentes básicos de la memoria.

+ : **El movimiento.**

Diferentes partes del cerebro son responsables de mover diferentes partes del cuerpo. El lado izquierdo del cerebro controla los movimientos del lado derecho del cuerpo, y el lado derecho del cerebro controla los movimientos del lado izquierdo del cuerpo. Cuando pisas el acelerador con el pie derecho, es el hemisferio cerebral izquierdo el que envía el mensaje que te permite realizar ese movimiento.

*** : Neuroplasticidad**

El reentrenamiento límbico se basa en la neuroplasticidad o plasticidad neural. La neuroplasticidad es la capacidad del cerebro para cambiar y formar nuevas redes neuronales a lo largo de la vida de una persona. Este es un concepto relativamente nuevo porque durante años los científicos creían que la capacidad del cerebro para formar nuevas vías neuronales se fijaba después de la infancia. El reentrenamiento límbico intenta reconectar las vías neuronales en el cerebro que están asociadas con una respuesta de estrés inadaptada.

Figura 4.18.10. Neuroplasticidad

*** : Cómo mejorar tu sistema límbico**

Mejorar su respuesta límbica es muy importante para su calidad general y experiencia de vida. Cuanto más saludable sea su respuesta límbica, más resistente será a los factores estresantes que enfrenta en el día a día.

Cuando su sistema límbico está desequilibrado, tiene una reacción exagerada respuesta que impacta tu estado de ánimo, tus relaciones y tu salud física y emocional. Siga estas estrategias clave para mejorar su respuesta límbica.

+ : **Dieta antiinflamatoria**

Una de las mejores estrategias para mejorar los síntomas de la disfunción límbica es consumir una dieta antiinflamatoria. Una dieta antiinflamatoria elimina los alimentos tóxicos que causan inflamación e incluye alimentos que ayudan a reducir la inflamación, estabilizar el azúcar en la sangre y proporcionar los nutrientes necesarios.

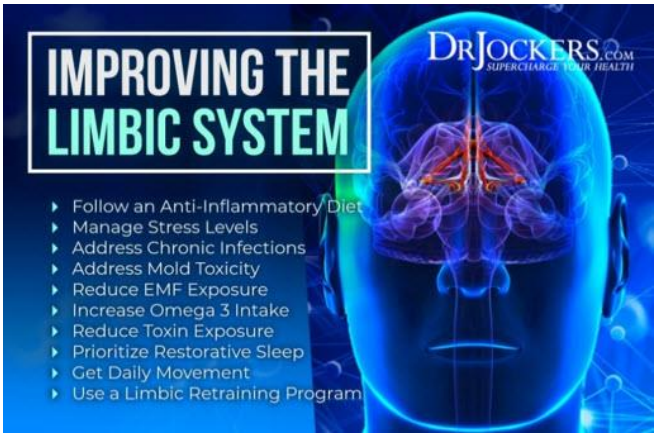


Figura 4.18.11. Manejo antiinflamatorio del sistema límbico.

+ : **Los alimentos que deben evitarse**

Figura 4.18.12. Alimentos para controlar la inflamación en el sistema límbico

La disfunción cognitiva está asociada con la inflamación, por lo que es fundamental evitar los alimentos altamente inflamatorios. Los alimentos altamente inflamatorios incluyen azúcares y granos refinados, aditivos y conservantes alimentarios, alimentos transgénicos y alimentos con pesticidas y desechos tóxicos.

La carne y los productos lácteos de animales criados de forma convencional, el pescado de piscifactoría, los alimentos procesados, las grasas hidrogenadas y los aceites vegetales altamente procesados, como la canola, la semilla de uva y el cártamo, promueven la inflamación y deben evitarse estrictamente. Estos alimentos e ingredientes aumentan la inflamación, crean acidez adicional en los tejidos y envenenan y destruyen el tejido cerebral.

+ : **Alimentos para incluir**

Los alimentos para comer en una dieta antiinflamatoria son alimentos enteros, sin procesar. Elija siempre carnes alimentadas con pasto, pescado silvestre y huevos de pastoreo. Incluya una variedad de vegetales coloridos, bajos en carbohidratos y de bajo índice glucémico.

Las verduras y frutas tienen abundantes cantidades de antioxidantes y fitonutrientes. Los antioxidantes son compuestos que se encuentran naturalmente en los vegetales verdes y otros alimentos. Ayudan a controlar el estrés oxidativo en el cuerpo y previenen o retrasan el daño celular. Los antioxidantes protegen su cuerpo de enfermedades crónicas al neutralizar y eliminar los radicales libres dañinos del cuerpo, modular los procesos inflamatorios y estimular su sistema inmunológico.

Las verduras crucíferas, los puerros, los chalotes, los pepinos, los espárragos y las verduras de hoja verde son buenas opciones para la salud del cerebro. Las frutas de bajo índice glucémico incluyen bayas, limones y limas, toronjas y manzanas Granny Smith. Los arándanos y los limones son dos de las mejores frutas para la salud del cerebro. Las hierbas tienen poderosas propiedades antiinflamatorias y curativas para el cerebro.

Las grasas de calidad son una parte muy importante de una dieta saludable para el cerebro. Las grasas saludables se encuentran en el coco, las aceitunas, los aguacates y sus aceites, y en la mantequilla y

el ghee de animales alimentados con pasto. Los ácidos grasos omega-3 y el ácido linoleico conjugado (CLA, por sus siglas en inglés) que se encuentran en el salmón silvestre, la carne de res alimentada con pasto y los productos lácteos son importantes para la salud del cerebro.

Figura 4.18.13. Alimentos anti-inflamatorios para el cerebro

*** : Manejar los niveles de estrés**

El estrés es uno de los principales factores en la disfunción cognitiva. El estrés severo causa inflamación en el cerebro y tiene un impacto negativo en la salud del cerebro. La importancia del manejo del estrés fue ejemplificada por un estudio que identificó 27 eventos estresantes de la vida que pueden causar daño permanente al cerebro. Se descubrió que estas experiencias estresantes envejecen el cerebro por varios años. El estudio encontró que incluso los eventos tempranos en la vida pueden tener un impacto en la salud cerebral posterior, lo que demuestra la necesidad de reducir el estrés a lo largo de la vida.

Un estudio de 2018 tuvo resultados similares. El estudio analizó el impacto de los "eventos fatídicos de la vida" negativos en el cerebro. Los investigadores encontraron que tener más eventos estresantes en la vida se asoció con un envejecimiento cerebral avanzado

Seguir la dieta curativa antiinflamatoria y equilibrar los niveles de azúcar en la sangre son dos estrategias eficaces para reducir el estrés en el cuerpo. Otras técnicas poderosas son la oración, la meditación, la puesta a tierra, los ejercicios de respiración profunda, la exposición a la luz solar, los baños de sal de Epsom y el cepillado en seco.

Las actividades estimulantes pueden ayudar a reducir el estrés y activar el cerebro. Actividades como jugar, leer libros, manualidades (como acolchar y tejer) y el arte pueden ayudar a reducir el deterioro cognitivo. Escuchar música puede ayudar a minimizar el estrés y puede facilitar la neurogénesis cerebral. Luego de este recorrido por el conocimiento enfatizando la producción y consumo de energía, llegamos a nuestro objetivo, poder visualizar y explicar el comportamiento humano con una visión y concepto holístico (integral).

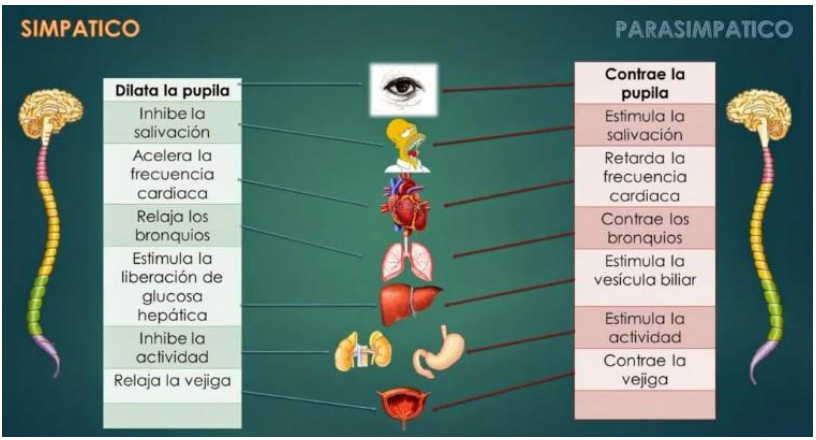
Como primera conclusión vemos que todo lo que somos y todo lo que hacemos se rige por la "Energía" que nos aportan esos elementos químicos con millares de combinaciones de los que extraemos todo lo que necesitamos para vivir, especialmente la energía de los carbohidratos, que no son más que portadores directos de esa energía que nos llegó del sol (recuerden la fotosíntesis). De esos carbohidratos, nuestro metabolismo extrae los fotones y neutrinos necesarios para las comunicaciones y todo el funcionamiento estructural del cuerpo. Es una deducción inobjetable y si la

analizamos bien, la energía de una hidroeléctrica, la fotosíntesis, nuestros movimientos y como veremos de ahora en adelante, incluso nuestras emociones son producidas por este intercambio de fotones y antineutrinos.

Por eso, desde un comienzo hacíamos hincapié en la necesidad de que todo el mundo conozca esos detalles, para mejorar su calidad de vida y con eso, mejora la de todo el conjunto, de aquí en adelante aplicaremos esos conocimientos en las otras funciones corporales que determinan nuestra ´personalidad y comportamiento que también tienen una relación directa con ese consumo de energía.

* : Funciones corporales basicas.

Una parte del sistema nervioso periférico llamada **Sistema nervioso autónomo** controla muchos de los procesos corporales en los que rara vez necesita pensar, como la respiración, la digestión, la transpiración (o sudoración) y los escalofríos.



El sistema nervioso autónomo se compone de dos partes: el sistema nervioso simpático y el sistema nervioso parasimpático.

El sistema nervioso central recibe las sensaciones y estímulos, los procesa en la memoria y envía una respuesta, todo este proceso se realiza eléctricamente y en su mayor parte lo ejecuta el sistema nervioso periférico. Conociendo cómo funciona el modelo básico de las comunicaciones, es posible deducir muy fácilmente todas las acciones que se derivan de su intervención en todos los aspectos de los seres vivos y por tanto, continuaremos con nuestro tema, dejando la explicación de estos detalles para los médicos.

Me tomé la molestia de transcribir exactamente la información encontrada sobre el proceso que estamos aclarando, es un lenguaje muy técnico que sin duda muestra mucho estudio e investigación, pero si lo traducimos a nuestro idioma, se traduce en algo muy simple:

Los sentidos reciben los estímulos externos y los epitelios los traducen en impulsos eléctricos que viajan por las neuronas hasta llegar al sistema límbico que las recibe, clasifica y consulta a la memoria (hipotálamo) que las redirecciona a la amígdala para producir el efecto correspondiente (emoción o reacción).

*** : Sistema nervioso simpático**

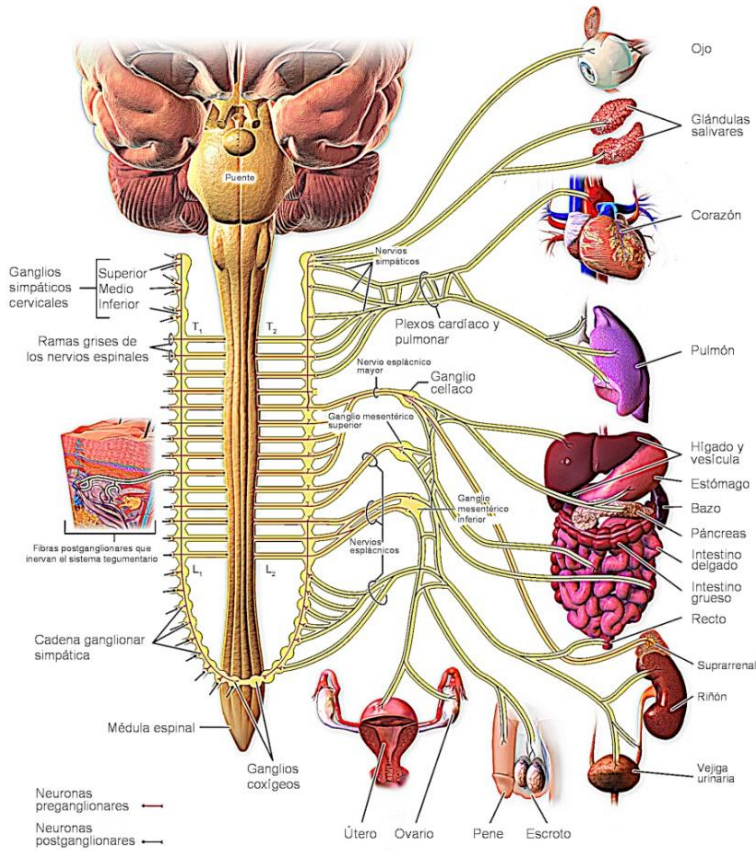


Figura 4.18.14. Prepara el cuerpo para respuestas rápidas en situaciones estresantes, como presenciar un robo. Cuando sucede algo peligroso, el sistema nervioso simpático hace que el corazón bombee más rápido para enviar más sangre a las diferentes partes del cuerpo que puedan necesitarla. También hace que las

glándulas suprarrenales, ubicadas en la parte superior de los riñones, secreten adrenalina, una hormona que ayuda a proporcionar fuerza extra a los músculos para un escape rápido. Este proceso se conoce como la respuesta de "lucha o huida".

* : Sistema nervioso parasimpático

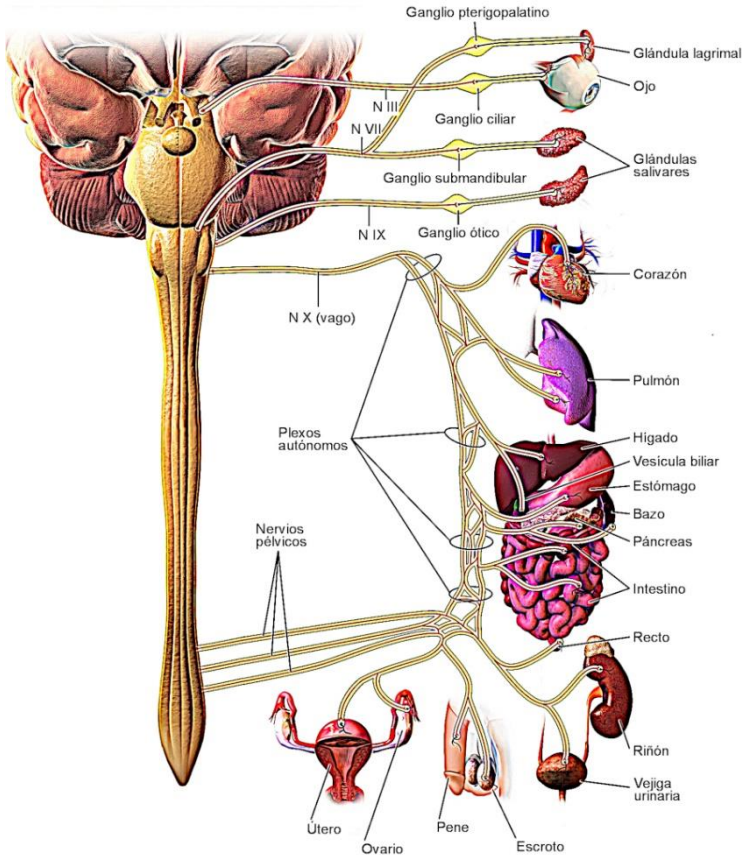


Figura 4.18.15. Sistema Nervioso Parasímpatico**.** Hace justo lo contrario: prepara el cuerpo para el descanso. También ayuda a que el tracto digestivo funcione bien para que el cuerpo pueda asimilar eficazmente los nutrientes de los alimentos.

Después de valuada la señal retorna una respuesta que puede ser una señal eléctrica o química a través de un neurotransmisor. Cuando las moléculas del neurotransmisor se vacían de la vesícula sináptica a su paso por la membrana, se cargan con la energía existente en ella y al entrar en la membrana celular postsináptica descargan fotones para volver a estabilizarse, dando continuidad al impulso eléctrico y Estas moléculas continúan su curso para

encontrar otra vesícula sináptica que se comunicará con otra neurona o con su objetivo, ya sea un músculo u otra neurona. Conociendo esta fase del conocimiento, podemos ingresar a otra parte importante, como son los aspectos psíquicos y psicológicos.

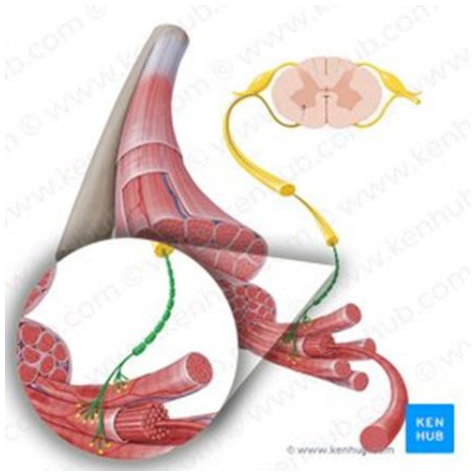


Figura 4.18.16. Detalle que muestra la forma como interactúan los terminales nerviosos sobre las fibras musculares.

CAPÍTULO XIX : Relación física, psíquica y psicológica

*** : Sensaciones y percepciones**

Ahora repasemos el funcionamiento físico el cual incluye mecanismos y conceptos sobre el consumo de energía y como se realizan las comunicaciones y activaciones físicas en el cuerpo, ahora pasemos a otro aspecto que regula nuestra vida, vinculando el aspecto físico con el aspecto psíquico y psicológico. Sensación y percepción son dos conceptos íntimamente relacionados. Sin embargo, hay una diferencia fundamental. La sensación está ligada a la recepción de estímulos físicos de un medio a través de dos órganos sensoriales, en cuanto a la percepción e interpretación que nuestro cerebro enfrenta a partir de estas sensaciones.

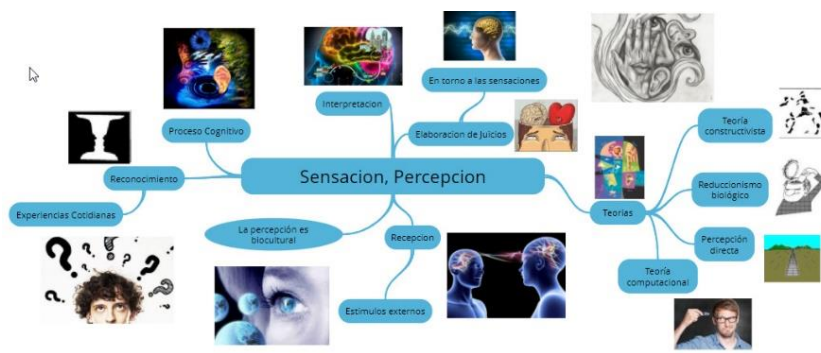


Figura 4.19.1. Sensación y Percepción

+ : **Breve descripción:**

Los temas de sensación y percepción se encuentran entre los más antiguos e importantes de toda la psicología. Las personas están equipadas con sentidos como la vista, el oído y el gusto que nos ayudan a asimilar el mundo que nos rodea. Sorprendentemente,

nuestros sentidos tienen la capacidad de convertir información del mundo real en información eléctrica que puede ser procesada por el cerebro. La forma en que interpretamos esta información —nuestras percepciones— es lo que nos lleva a nuestras experiencias del mundo. En este módulo, aprenderás sobre los procesos biológicos de sensación y percepciones, así como las diferencias clave entre estos dos procesos.

La sensación y la percepción suelen estar entrelazadas, sin embargo, existen importantes distinciones entre ambas. El proceso físico durante el cual nuestros órganos sensoriales —los involucrados con la visión y el oído, por ejemplo— responden a estímulos externos se llama sensación. La sensación ocurre cuando pruebas fideos o sientes el viento en tu cara o escuchas la bocina de un auto tocando la bocina a lo lejos.

Durante la sensación, nuestros órganos sensoriales se dedican a la transducción, la conversión de una forma de energía en otra. La energía física como la luz o el sonido se convierte en una forma de energía que el cerebro puede entender: la estimulación eléctrica (es decir, los potenciales de acción). Después de que nuestro cerebro recibe las señales eléctricas, damos sentido a toda esta estimulación y comenzamos a apreciar el complejo mundo que nos rodea. Este proceso psicológico —dando sentido al estímulo— se llama percepción. Es durante este proceso que eres capaz de identificar una fuga de gas en tu casa o una canción que te recuerda a una tarde específica que pasaste con amigos.

Si bien nuestros receptores sensoriales están constantemente recopilando información del entorno, es en última instancia cómo interpretamos esa información lo que afecta la forma en que interactuamos con el mundo. La percepción implica procesamiento de abajo hacia arriba y de arriba hacia abajo. El procesamiento de abajo hacia arriba se refiere al hecho de que las percepciones se construyen a partir de la entrada sensorial, sus ojos no son la única forma de usar el procesamiento ascendente.

Imagina que estás en el bosque caminando y estás admirando los árboles y la naturaleza alrededor. A medida que continúas caminando se escuchan ruidos crepitantes y comienzas a oler leña ardiente. A medida que sigues caminando escuchas a la gente

hablando y el crujido y el olor a leña se vuelve más fuerte, en algún momento te darás cuenta de que estás entrando a los campamentos, no puedes ver los campamentos, pero el procesamiento de abajo hacia arriba con la ayuda de tus otros sentidos te dice lo que está pasando.

Por otro lado, la forma en que interpretamos esas sensaciones está influenciada por nuestro conocimiento disponible, nuestras experiencias y nuestros pensamientos. Esto se llama procesamiento de arriba hacia abajo. Una manera de ilustrar estos dos conceptos es con nuestra capacidad de lectura. Lea en voz alta la siguiente cita que se muestra en la Figura 4.19.2.:

Las palabras en el triángulo decían: “Me encanta París en la primavera”. La palabra repetida “la” aparece en dos líneas separadas dentro del triángulo.

Figura 4.19.2. Un ejemplo de procesamiento de estímulos.

¿Notaste algo extraño mientras leías el texto en el triángulo? ¿Te diste cuenta del segundo “el”? Si no, es probable que sea porque estabas leyendo esto desde un enfoque de arriba hacia abajo. Tener un segundo “el” no tiene sentido. Esto lo sabemos. Nuestro cerebro lo sabe y no espera que haya un segundo, así que tenemos una tendencia a saltarlo de inmediato. En otras palabras, ¡tu experiencia pasada ha cambiado la forma en que percibes la escritura en el triángulo! Un lector principiante, uno que está usando un enfoque de abajo hacia arriba atendiendo cuidadosamente cada pieza, tendría menos probabilidades de cometer este error. La demostración anterior ilustra cómo nuestras experiencias pueden influir en la forma en que nuestro cerebro procesa la información sensorial.

Otra forma de distinguir entre percepción y sensación es que la sensación es un proceso físico, mientras que la percepción es

psicológica. Por ejemplo, al entrar en una cocina y oler el aroma de hornear rollos de canela, la sensación son los receptores de aroma que detectan el olor de la canela, pero la percepción puede ser "Mmm, esto huele a pan que la abuela solía hornear cuando la familia se reunía para las vacaciones". Aunque nuestras percepciones se construyen a partir de sensaciones, no todas las sensaciones resultan en percepción.

De hecho, muchas veces no percibimos estímulos que permanecen relativamente constantes durante periodos prolongados de tiempo, lo que se conoce como adaptación sensorial. Imagínese entrar a un aula con un antiguo reloj analógico. Al entrar por primera vez a la sala, se puede escuchar el tictac del reloj; a medida que comienzas a entablar conversación con compañeros de clase o escuchas a tu profesor saludar a la clase, ya no eres consciente del tictac. El reloj sigue corriendo, y esa información sigue afectando a los receptores sensoriales del sistema auditivo. El hecho de que ya no percibas el sonido demuestra la adaptación sensorial y demuestra que, si bien están estrechamente asociados, la sensación y la percepción son diferentes.

Cuando experimentamos un estímulo sensorial que no cambia, dejamos de prestarle atención. Por eso no sentimos el peso de nuestra ropa, escuchamos el zumbido de un proyector en una sala de conferencias, ni vemos todos los pequeños rasguños en las lentes de nuestras gafas. Así, cuando un estímulo es constante e inmutable, experimentamos una adaptación sensorial. Esto ocurre porque si un estímulo no cambia, nuestro cerebro deja de responder a él.

Un gran ejemplo de esto ocurre cuando dejamos la radio encendida en nuestro auto después de estacionarla en casa por la noche. Cuando escuchamos la radio de camino a casa, el volumen parece razonable. No obstante, a la mañana siguiente cuando arrancamos el auto, podríamos sorprendernos por lo ruidosa que es la radio. No recordamos que fue tan ruidoso anoche. ¿Qué pasó? Nos adaptamos al estímulo constante (el volumen de radio) en el transcurso del día anterior y aumentamos el volumen en diversos momentos.

El estudio de la emoción se ha realizado desde perspectivas y orientaciones dispares, con múltiples formas de entender sus

procesos. Pero hay cuatro elementos que se consideran elementales para entenderla, de forma consensuada:

+ : **Cambios fisiológicos producidos por las sensaciones:**

Cada emoción parece tener su propio modo de reacción fisiológica, pudiendo ser cambios en el SNA, SNC, y en la secreción hormonal. También son muy relevantes los cambios faciales, ya que estos son manifiestos y comunican a los demás nuestro estado emocional. Algunos cambios pueden ser difíciles de identificar, y en algunas emociones puede no haberlos.

"Tendencia a la acción" o afrontamiento: una de las funciones de las emociones es dar respuesta a situaciones del entorno por ello incluyen una movilización de acciones encaminadas a resolverlas. Se puede ocultar o no ser demasiado evidente. Algunos autores la consideran el núcleo de la emoción, y otros no le conceden tanta importancia.

Experiencia subjetiva de la emoción o sentimiento: se refiere a señales de aviso que las emociones emoción hacen conscientes para reclamar nuestra atención (irritación, ansiedad, orgullo). Algunos autores cuestionan la validez de los autoinformes, ya que se pueden distorsionar las circunstancias.

Sistema de análisis y procesamiento de información: las emociones se producen a través de procesos cognitivos, por eso, dependen de la interpretación que cada persona haga de las situaciones. Se ha cuestionado el papel que juega en la emoción, y donde se localiza.

El concepto de emoción ha evolucionado de acuerdo a los paradigmas teóricos dominantes en cada época. Sin embargo, se ha producido un fenómeno que no ha ocurrido en procesos como el aprendizaje o la memoria, y es que los modelos teóricos han ido en la mayoría de las ocasiones por delante de las evidencias empíricas, e incluso a veces alejados de la comprobación. Cada perspectiva se ha interesado por alguna dimensión o aspecto particular de la emoción, utilizando diferentes niveles de análisis.

*** : Antecedentes filosóficos sobre las sensaciones**

Racionalismo: se remonta a Platón y Aristóteles, prevaleció a lo largo de siglos. Considera la razón humana como factor predominante en

la conducta del hombre. Su comportamiento no depende de condiciones externas ni de impulsos irracionales internos (emociones o pasiones), por esto los factores emocionales no ocupan apenas lugar dentro de esta perspectiva. Supone un reduccionismo descargando en los aspectos racionales todo el peso, e infravalorando las influencias de componentes ambientales y biológicos.

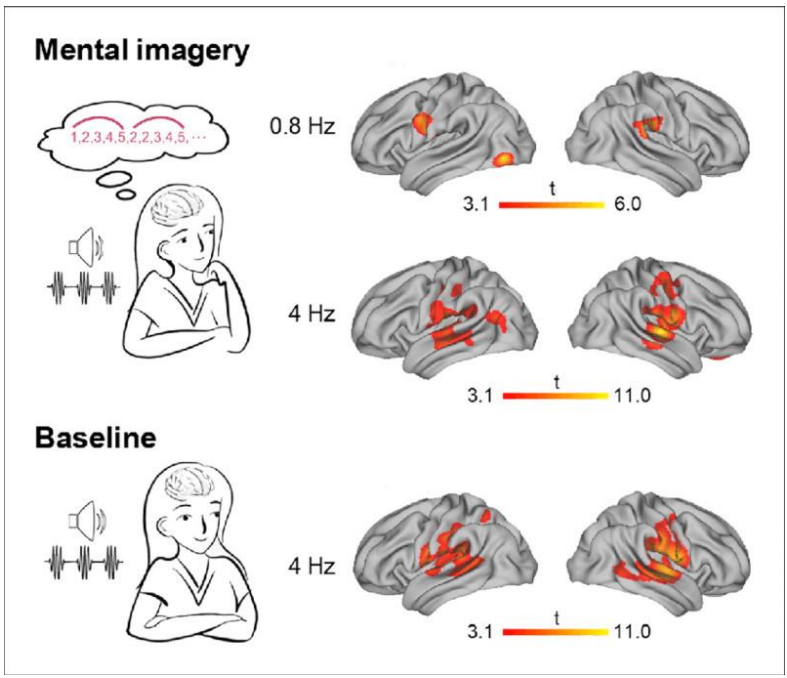


Figura 4.19.3. Imaginación y percepción

La emoción es primitiva, menos inteligente, más animal y peligrosa, por lo que debe ser controlada por la razón. Platón dividió la mente o alma en dominios cognitivo (alma-razón), apetitivo (apetito) y afectivo (espíritu). En la actualidad se denominan cognición, motivación y emoción.

A partir de Platón, la teoría racionalista acepta los aspectos irracionales, y para Aristóteles las dos dimensiones del alma (racional e irracional) forman una unidad. Es considerado precursor de las teorías cognitivas de la emoción, ya que considera que las

emociones conllevan elementos racionales como creencias y expectativas.

Empirismo: rompe con el pasado dando importancia al hedonismo y asociacionismo.

Según Hobbes, las emociones están regidas por el hedonismo.

Para Locke, las asociaciones entre estímulos, o E-R, son la base del aprendizaje y de muchas respuestas emocionales.

Y Hume con su escepticismo, se opone a la posición comúnmente aceptada afirmando que las emociones están sometidas a un mecanismo regular, y son susceptibles de un análisis exacto.

Las ideas, su mecanismo y creencias ocupan un papel importante en la emoción

Entiende las emociones como impresiones causadas por la agitación de espíritus animales, pudiendo ser placidas o agitadas.

Las emociones se pueden originar por el dolor o placer de situaciones presentes, o por el dolor o placer de nuestras creencias sobre el objeto que causa la emoción.

Añade una dimensión cognitiva a la dimensión fisiológica.

Renacimiento: para Descartes la conducta humana es el resultado del alma racional, así como Renacimiento conducta también de procesos irracionales del cuerpo. Los animales no tienen alma racional, por eso el hombre es capaz de determinar su conducta ya que interviene el pensamiento. En su obra "Las pasiones del alma" considera las emociones como fruto de la interacción alma y cuerpo. El alma agitaba los espíritus animales que producían las emociones y manifestaciones físicas.

Darwin y la evolución: En su obra "La expresión de las emociones en el hombre y los animales", considera la emoción como una manifestación de la mente, y puesto que hombres y animales, expresan emociones semejantes, esto debería probar la continuidad evolutiva.

Ofrece tres principios sobre las emociones, que continúan aún vigentes:

- Hábitos útiles asociados útiles (reconoce la función adaptativa, desarrollada inicialmente por aprendizaje y convertida luego en un rasgo heredado).
- Antítesis (cada emoción tiene características expresivas morfológicamente opuestas).
- La acción directa del sistema nervioso (se refiere a la coordinación de los principios anteriores con los nerviosos cambios fisiológicos, que posibilita la emoción).

Al considerar la emoción como una función adaptativa, surge una línea de investigación representada por las posturas neodarwinistas que se basan en considerar las emociones como reacciones adaptativas para la supervivencia, heredadas filogenéticamente y desarrolladas onto-genéticamente, y con bases expresivas y motoras propias, universales, y además consideran que existe un número determinado de emociones.

+ : **La activación de las sensaciones**

Es un proceso corporal general y continuo que puede ser considerado como necesario para entender la conducta. Está relacionado con la movilización general del organismo en el que están implicados múltiples sistemas.

- **Para William James** la emoción es una consecuencia (no un antecedente) de cambios fisiológicos antecedente) ocasionados por algunos estímulos y se caracterizan por una expresión corporal distinta.
    - Rompe con la concepción antigua que consideraba la emoción como el último paso dentro de un proceso de activación.
    - (Estamos tristes porque lloramos, y no al revés, y entre un proceso y otros hay cambios corporales consecutivos a la percepción).
- Para James, la percepción de un estímulo, genera cambios corporales, y la percepción de éstos, genera la experiencia emocional.
    - La experiencia afectiva primaria, propicia el posterior proceso de toma de conciencia de la existencia de una emoción.

- **Carl Lange:** un año más tarde propone una teoría que considera las emociones como fruto de la propiocepcion (percepción de cambios corporales, tener conciencia de cambios internos de nuestro cuerpo), de la aferencia de los cambios fisiológicos.

La teoría de James-Lange, es el primer paso de una línea de investigación que postula la existencia de James-Lange, patrones específicos de respuestas asociados a cada emoción. Afirma que:

- Cada experiencia emocional posee un patrón fisiológico específico de respuestas somato- viscerales y motorico-expresivas.
- La activación fisiológica es condición necesaria para que exista respuesta emocional.
- La propiocepción de activación fisiológica tiene que ser contingente con el episodio emocional.
- La elicitación de patrones de activación característicos de una emoción, podría teóricamente, reproducirla.
- Existiría un patrón propio de respuestas somato-viscerales.

La mayoría de estos supuestos siguen aun en debate. Cannon realizo un análisis crítico varios años más tarde. Y sus observaciones son:

- La separación total de las vísceras y SNC no hace desaparecer la conducta emocional.
- Hay iguales cambios viscerales en emociones diversas y en estado no emocionales.
- Las vísceras no pueden ser las que diferencian procesos fisiológicos porque son casi insensibles.
- Las respuestas en el SN son lentas, por tanto, no pueden ser la causa de las emociones ya que estas son respuestas rápidas.
- La inducción de cambios viscerales artificiales (inyectar adrenalina) no provoca reacciones emocionales.

Para Cannon, las emociones anteceden la conducta y los cambios corporales no son determinantes de la experiencia emocional. Sus ideas contribuyeron al desarrollo de los conceptos motivacionales relacionados experiencia con la activación de la conducta. Y fueron

el primer paso de una línea de investigación que mantiene que los cambios fisiológicos son inespecíficos de cada emoción.

En su teoría de emergéntista de las emociones, postula que:

- Los cambios corporales son idénticos para todas las emociones. Preparan al organismo para actuar ante emergencias, a través de la acción combinada del SN simpático y parasimpático. Son homeostáticos.
- Los cambios somáticos (en el cuerpo) no son antecedentes causales, sino que son cambios homeostáticos que preparan al organismo para enfrentarse a situaciones de peligro.

La teoría de Cannon-Bard, propone un modelo neurofisiológico sobre la conducta cerebral de las Cannon- sobre emociones. Esta teoría da lugar a la investigación neurológica en el estudio de las emociones ya que propone que existen centros específicos en el SNC responsables de la experiencia emocional.

Propone que:

- La activación que ocurre en la emoción se inicia con la incidencia de un estímulo ambiental sobre los receptores.
- Estos transmiten la estimulación ambiental a la corteza, a través del tálamo.
- Esta estimula nuevamente el tálamo.
- El tálamo manda impulsos a la corteza, que originará la experiencia cualitativa emocional, y al SN periférico que pondrá en marcha la energía necesaria para la acción.

*** : Activación unidimensional**

El concepto de activación general inespecífica surge a mediados del siglo XX como consecuencia de los siguientes hechos: los estudios de Cannon sobre el papel del SNA en estados emocionales, la teoría del impulso de Hull, y el desarrollo de técnicas electroencefalograficas.

Elizabeth Duffy, influida por las ideas de Cannon propone que el registro de los cambios fisiológicos periféricos, permiten medir el nivel de activación, reflejando los diferentes niveles de “movilización de energía”.

Propone el concepto de activación periférica o arousal, defiende que existe una única dimensión de activación dentro de un continuo que va desde el sueño a la excitación extrema, que se manifiesta a través de indicadores somáticos, autonómicos y corticales. El grado de activación estaría relacionado con la disposición a la acción y no con la conducta manifiesta.

Duffy considera la emoción como estados en los que la activación es excepcionalmente alta donde la conducta se dirige hacia algo (excitación) o excepcionalmente baja donde la conducta se aleja de algo (depresión). Vincula el incremento en la activación a un aumento unilateral en varios sistemas (SN central, SN autónomo y SN somático).

Lindsley propone que la activación es sinónimo de desincronización cortical. Oscilando desde los valores mínimos de la fase IV de sueño, hasta los niveles máximos que se dan en ciertos estados de excitación máxima en estado de vigilia. La formación reticular es la encargada de mantener la activación cortical en niveles óptimos en cada estado.

Hebb añade a las ideas de Lindsley en elemento para explicar por qué niveles altos de activación producen descenso de rendimiento (Teoría de Yerkes y Dodson) y es la propiedad informativa del estímulo, que podría verse alterada en caso de excesiva activación, provocando un bombardeo de información no relevante.

Todos los teóricos coinciden en que la activación es: inespecífica, unidimensional, y unidireccional.

+ : **Activación multidimensional**

Los modelos específicos de activación cuestionan el concepto unitario de activación.

Lacey acepta un arousal somático y uno conductual que pueden estar disociados, En algunos casos los indicadores de activación pueden correlacionar poco (fraccionamiento direccional) y en otras situaciones puede haber mismo patrón de reactividad psicofisiologica (especifidad estimular o estereotipia situacional). Lacey observa en algunas situaciones experimentales respuestas concomitantes y en otras respuestas disociadas.

A partir de sus trabajos, se intentan resolver las dificultades del concepto de unidimensionalidad de la activación y varios autores proponen modelos multidimensionales.

Eysenck propone dos sistemas diferentes de activación,

- Uno relacionado con los aspectos energéticos de la conducta. Es un sistema de activación fisiológico de tipo emocional vinculado a las estructuras límbicas del cerebro.
- Y otro relacionado con los aspectos direccionales. Es un sistema de activación fisiológico cortical vinculado al sistema activador reticular.

Gray propone un modelo basado en estudios sobre aprendizaje animal.

- Propone que el sistema nervioso de los mamíferos está compuesto por tres sistemas de activación.
- Cada uno está vinculado con respuestas discretas a los acontecimientos reforzantes, mediados por estructuras cerebrales diferentes, y procesando diferente información. Esos son:
    - Sistema de aproximación conductual (BAS): es un sistema de feedback negativo asociado al reforzamiento y al cese del castigo.
    - Sistema de inhibición conductual (BIS): activado por estímulos condicionados al castigo, al cese de refuerzos, o a estímulos novedosos.
    - Sistema de lucha – huida (SLH): responde a EĆ s y EÍ s aversivos. Al igual que el BIS responde a la secuencia de parar, mirar, escuchar, y prepararse para la acción.

*** : Regulación de activación de las sensaciones**

La homeostasis: cada vez que el equilibrio se ve amenazado por circunstancias ambientales o factores internos, se desencadena inmediatamente una acción correctora necesaria para devolver el equilibrio perdido. Cannon propuso una teoría local, según la cual citaba el origen de las sensaciones displacenteras por la estimulación de puntos periféricos (sed: sequedad en la boca).

La evidencia experimental en contra de esta teoría, dirigió la atención a mecanismos centrales. Duffy afirma que una persona se enfrenta a un entorno constantemente cambiante, esto genera constantes cambios en su nivel de activación para poder adaptarse a las demandas medio, que cuando terminan, hace que la activación del organismo regrese a los valores previos mediante mecanismos de retroalimentación negativos. La homeostasis no anticipa, sino que restaura el equilibrio supuestamente perdido.

El estrés: es un proceso que se activa cuando se percibe algún cambio en las condiciones ambientales, y su función es preparar al organismo para dar la respuesta adecuada a tales cambios. Carece de tono afectado, no es una emoción, pero está íntimamente relacionado. Según Cannon es el SN simpático el que prepara al organismo para soportar el estrés. Seyle profundiza más y define el Síndrome General de Adaptación que son tres sistemas que se coordinan para responder:

- **Fase 1: Reacción de alarma.**
  - En una primera fase de choque disminuye la resistencia del organismo y luego se empieza a movilizar, fase de contra- choque.
  - Se activa el eje neural y el eje neuro-endocrino, este último hace que la medula suprarrenal libere noradrenalina y adrenalina hacia la sangre.
- **Fase 2: Estado de resistencia:**
  - Cuando la situación estresante se mantiene en el tiempo.
  - Se activa el eje endocrino que se divide en 4 ejes siendo el más importante el eje hipofiso-cortico-suprarrenal.
- **Fase 3: Agotamiento:**
  - Cuando la situación se prolonga demasiado o es demasiado intensa.
  - Se pierde el seudo-equilibrio conseguido en la fase anterior, y se produce el agotamiento porque el organismo ya no tiene reservas para seguir manteniendo esos niveles de activación.

*** : El Estrés**

Surge ante situaciones ambiguas o desbordantes. Primero se movilizan recursos adicionales para ver si se trata de una falsa alarma. Su principal efecto es prevenir las consecuencias emocionales negativas. Por esto, la consecuencia hormonal es excitar la amígdala que se verá facilitada para responder emocionalmente y formar recuerdos emocionales no conscientes, y se inhibe el hipocampo, lo que impide la formación de recuerdos conscientes de ese mismo acontecimiento. La activación de la amígdala además influye en el procesamiento de información en la corteza desde los primeros estadios en adelante, cosa que no ocurre en situaciones normales.

El estrés, por último, activas acciones que pueden ser emociones o sentimientos anticipativos que previenen las condiciones que requieren una actuación adaptativa. La alostasis: este término fue acuñado por Sterling y Eyer, y se refiere a la regulación fisiológica en donde los parámetros fisiológicos varían y la variación anticipa las demandas. Es un modelo alternativo de regulación y la alostasis es la estabilidad a través del cambio.

La finalidad de la regulación fisiológica no es mantener unos parámetros constantes, sino la supervivencia y reproducción. En este caso, los mecanismos que controlan los cambios en la actividad fisiológica predicen qué nivel será el necesario (no hay un nivel óptimo) basándose en la retroalimentación local y en la anticipación de demandas que requerirán, en un determinado nivel de activación.

Este mecanismo se basa en que el organismo está diseñado para ser eficaz, para lo cual precisa intercambios recíprocos y predecir lo que será necesario. La predicción requiere que cada sensor adapte su sensibilidad para el rango esperado de entrada y que cada efector adapte su salida para el rango esperado de demanda. La regulación predictiva depende de comportamientos cuyos mecanismos neurales también se adaptan.

Las predicciones están basadas en la historia evolutiva. La regulación fisiológica depende de multitud de mecanismos y son los procesos emocionales los que, en función de la anticipación de la respuesta necesaria, anticipan las necesidades de activación fisiológica.

*** : La Psicofísica**

La psicofísica investiga cuantitativamente la relación entre los estímulos físicos y las sensaciones y percepciones que producen. La psicofísica se ha descrito como el estudio científico de la relación entre estímulo y sensación o, más completamente, como el análisis de los procesos perceptuales mediante el estudio del efecto sobre la experiencia o comportamiento de un sujeto de variar sistemáticamente las propiedades de un estímulo a lo largo de una o más dimensiones.

La sensibilidad de un sistema sensorial dado a los estímulos relevantes puede expresarse como un umbral absoluto. El umbral absoluto se refiere a la cantidad mínima de energía de estímulo que debe estar presente para que el estímulo se detecte el 50% del tiempo. Otra forma de pensar sobre esto es considerando lo tenue que puede ser una luz o lo suave que puede ser un sonido y aún así ser detectado la mitad del tiempo.

La sensibilidad de nuestros receptores sensoriales puede ser bastante asombrosa. Se ha estimado que en una noche clara, las varillas (células sensoriales sensibles en la parte posterior del ojo) pueden detectar una llama de vela a 30 millas de distancia (Okawa & Sampath, 2007). En condiciones de silencio, las células ciliadas (células receptoras del oído interno) pueden detectar la garrapata de un reloj a 20 pies de distancia (Galanter, 1962) ver figura 8.4.1 a continuación.

También es posible que obtengamos mensajes que se presentan por debajo del umbral para la conciencia consciente, a estos se les llama mensajes subliminales. Un mensaje por debajo del umbral absoluto no es lo suficientemente fuerte como para excitar receptores sensoriales que envían impulsos nerviosos al cerebro; cuando esto ocurre ese umbral se dice que es subliminal: Lo recibimos, pero no somos conscientes de ello. A lo largo de los años ha habido mucha especulación sobre el uso de mensajes subliminales en publicidad, música rock y programas de audio de autoayuda.

La evidencia de investigación muestra que, en entornos de laboratorio, las personas pueden procesar y responder a la información fuera de la conciencia.

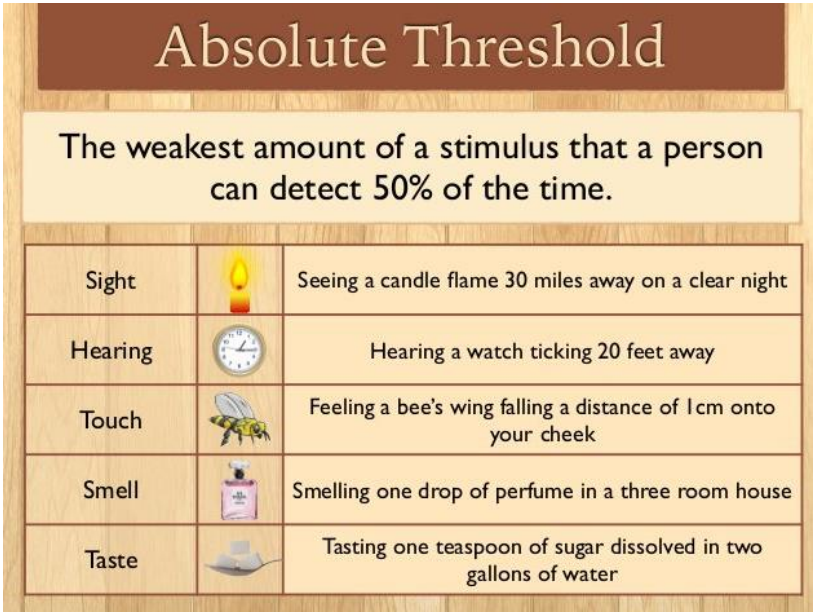


Figura 4.19.4. https://twitter.com/AP_Psychology/status/1094976965004705792/photo/1

Pero esto no quiere decir que obedezcamos estos mensajes o que estemos fuertemente influenciados por estos mensajes; de hecho, los mensajes ocultos tienen poco efecto sobre el comportamiento fuera del laboratorio (Kunst-Wilson & Zajonc, 1980; Rensink, 2004; Nelson, 2008; Radel, Sarrazin, Legrain, & Gobancé, 2009; Loersch, Durso, & Petty, 2013).

*** : Métodos para estimar umbrales**

Cuando diseñamos experimentos, tenemos que decidir cómo vamos a acercarnos a una estimación de umbral. Aquí hay tres técnicas comunes:

Método de Límites. El experimentador puede aumentar la intensidad del estímulo (o diferencia de intensidad) hasta que el observador detecte el estímulo (o el cambio). Por ejemplo, sube el volumen hasta que el observador detecte primero el sonido. Esto es intuitivo, pero también está sujeto a sesgos —es probable que el umbral estimado sea diferente, por ejemplo, si empezamos alto y trabajamos hacia abajo versus comenzar bajo y trabajar hacia arriba.

Método de Ajuste. Esto es muy parecido al Método de Límites, excepto que el experimentador le da al observador el control del

ajuste del estímulo con las instrucciones para: “ajustar el estímulo hasta que sea claramente visible” o “ajustar el color del parche hasta que coincida con el parche de prueba”.

Método de Estímulos Constantes. Este es el más confiable, pero también el que consume más tiempo. Tú decides con anticipación qué niveles vas a medir, haces cada uno un número fijo de veces y registras el porcentaje correcto (o el número de detecciones) para cada nivel. Si aledazas el pedido, puedes deshacerte del sesgo.

Los umbrales absolutos generalmente se miden bajo condiciones rígidamente controladas en situaciones que son óptimas para la sensibilidad. A veces nos interesa más cuánta diferencia en estímulos se requiere para detectar una diferencia entre ellos. Esto se conoce como la diferencia apenas perceptible (jnd) o umbral de diferencia. A diferencia del umbral absoluto, el umbral de diferencia cambia dependiendo de la intensidad del estímulo. Como ejemplo, imagínate en una sala de cine muy oscura.

Si un miembro de la audiencia recibiera un mensaje de texto en su celular que provocó que su pantalla se iluminara, lo más probable es que mucha gente notara el cambio en la iluminación en el teatro. No obstante, si sucediera lo mismo en una arena brillantemente iluminada durante un partido de basquetbol, muy pocas personas se darían cuenta. El brillo del celular no cambia, pero su capacidad de ser detectado como un cambio en la iluminación varía drásticamente entre los dos contextos. Ernst Weber propuso esta teoría del cambio en el umbral de diferencia en la década de 1830, y se ha hecho conocida como la ley de Weber.

La ley de Weber es aproximadamente cierta para muchos aspectos de nuestros sentidos: para la percepción del brillo, la percepción del contraste visual, la percepción de sonoridad y la estimación de la distancia visual, nuestra sensibilidad al cambio disminuye a medida que el estímulo se hace más grande o más fuerte. Sin embargo, hay muchos sentidos para los que es cierto lo contrario: nuestra sensibilidad aumenta a medida que aumenta el estímulo. Con la descarga eléctrica, por ejemplo, un pequeño aumento en el tamaño de la descarga es mucho más notable cuando la descarga es grande que cuando es pequeña.

Un investigador psicofísico llamado Stanley Smith Stevens pidió a la gente que estimara la magnitud de sus sensaciones para muchos tipos diferentes de estímulos a diferentes intensidades, y luego trató de ajustar líneas a través de los datos para predecir las experiencias sensoriales de las personas (Stevens, 1967). Lo que descubrió fue que la mayoría de los sentidos podrían ser descritos por una ley de poder de la forma P S n (donde P es la magnitud percibida, ∝ significa "es proporcional a", S es la magnitud del estímulo físico, y n es un número positivo).

Si n es mayor que 1, entonces la pendiente (tasa de cambio de percepción) es cada vez mayor a medida que el estímulo aumenta, y la sensibilidad aumenta a medida que aumenta la intensidad del estímulo. Una función como esta se describe como expansiva o supralineal. Si n es menor que 1, entonces la pendiente disminuye a medida que el estímulo se hace más grande (la función "se da la vuelta"). Estas sensaciones se describen como compresivas. La Ley de Weber es solo (aproximadamente) cierta para las funciones compresivas (sublineales); la Ley de Poder de Stevens es útil para describir una gama más amplia de sentidos ver Fig 8.4.2 a continuación.

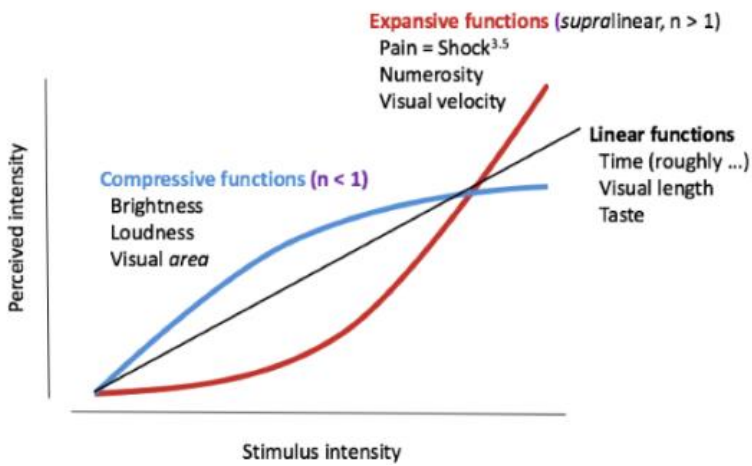


Fig 8.2.2 Los diferentes sistemas sensoriales presentan diferentes relaciones entre la magnitud percibida y la intensidad del estímulo. En ocasiones, tiene más sentido descontar o ignorar los aumentos en la intensidad del estímulo por encima de cierto punto; las modalidades sensoriales compresivas con un exponente de ley de poder menor a 1 lo logran. Otras veces, necesitamos una mayor sensibilidad a estímulos con mayor intensidad; las modalidades sensoriales expansivas, descritas por una ley

de poder con exponente mayor a 1, lo logran. Sin embargo, no toda la percepción es no lineal; algunos sentidos se describen mejor por una relación lineal entre estímulo y percepción.

Tanto la Ley del Poder de Stevens como la Ley de Weber son sólo aproximadamente ciertas. Son útiles para describir, a grandes rasgos, cómo nuestra percepción de un estímulo depende de su intensidad o tamaño. Rara vez son precisos para describir la percepción de estímulos que están cerca del umbral de detección absoluto. Aún así, son útiles para describir cómo las personas reaccionarán de manera expectante ante los estímulos cotidianos normales.

+ : **Sensación y Percepción Resumen:**

El mundo tal como lo experimentamos suele ser multimodal, involucrando combinaciones de nuestros sentidos en una experiencia perceptual. La combinación de sentidos que nos permiten disfrutar de aspectos de nuestra vida cotidiana requiere que nuestros sentidos estén integrados. Curiosamente, en realidad respondemos más fuertemente a los estímulos multimodales en comparación con la suma de cada modalidad individual juntos, un efecto llamado efecto superaditivo de la integración multisensorial.

Esto puede explicar cómo todavía eres capaz de entender lo que te dicen los amigos en un concierto fuerte, siempre y cuando puedas obtener señales visuales al verlos hablar. Si estuvieras teniendo una conversación tranquila en un café, probablemente no necesitarías estas señales adicionales. Debido a que somos capaces de procesar estímulos sensoriales multimodales, y los resultados de esos procesos son cualitativamente diferentes a los de los estímulos unimodales, es una suposición justa que el cerebro está haciendo algo cualitativamente diferente cuando se procesan. Ha habido un creciente cuerpo de evidencia desde mediados de la década de 1990 sobre los correlatos neuronales de la integración multisensorial.

Atribución

Secciones de Métodos Psicofísicos adaptadas por Isaías Hernández de “Open Stax”; https://cnx.org/contents/Sr8Ev5Og@12.2:K-DZ-03P@12/5-1-Sensation-versus-Perception

Secciones de Métodos Psicofísicos adaptadas por Isaías Hernández de “Wikipedia”; https://en.Wikipedia.org/wiki/Psychophysics#:~:text=Psychophysics%20has%20been%20described%20as,along%20one%20or%20more%20physical

Secciones de Métodos Psicofísicos adaptadas por Isaías Hernández de “Métodos Psicofísicos”; https://pressbooks.umn.edu/sensationandperception/chapter/psychophysical-methods/

CAPÍTULO XX : Sensaciones y emociones

*** : Definición de emoción.**

Llamamos emoción a cierto tipo de fenómenos psicológicos y fisiológicos que se manifiestan en nuestra conducta, nuestras percepciones corporales y nuestra conciencia, como reacción adaptativa ante un estímulo importante. Dicho de otro modo, se trata de reacciones tanto mentales como corporales a un estímulo determinado o un conjunto de ellos, integradas a nuestros sistemas primarios de conducta.

Las emociones son complejas y diversas, al punto tal que solemos hablar de la "vida emocional" o de nuestro "costado emocional", dado que en ocasiones pueden contrariar o escapar al control de la conciencia. Pero no debemos confundirlas con los sentimientos: estos últimos son más duraderos en el tiempo y son justamente la consecuencia, la exteriorización, de las emociones.

Las emociones forman parte de quienes somos y son comunes a todos los seres humanos, e incluso a muchos animales superiores. Aunque tradicionalmente se les ha contrapuesto la razón, partiendo del punto de que debemos operar siempre guiados por ésta y no dejándonos llevar por las emociones, lo cierto es que tampoco es posible negarlas.

Fuente: https://concepto.de/emocion/#ixzz7eD4hrUwl

+ : **Categorías**: en las que se pueden agrupar las diferentes formas de conceptualizar la emoción:

- **Afectiva:** Importancia a aspectos subjetivos, sentimientos, percepción del nivel de activación fisiológica y dimensión hedónica.
- **Cognitiva:** Importancia a aspectos perceptivos, valoración situacional, y catalogación de emociones.

- **Estímulos elicitadores:** importancia de estimulación externa como desencadenante de emociones.
- **Fisiológica:** vinculación y dependencia de procesos emocionales con mecanismos fisiológicos.
- **Conceptualización emocional/expresiva:** importancia a la dimensión expresiva, gestos, respuestas observables.
- **Disruptiva:** emoción como proceso disruptivo (que produce ruptura), hace referencia a aquellas definiciones que han señalado como desorganizadores a todo el cortejo de síntomas de índole somático vegetativo que acompañan a la emoción. Como si estos síntomas vegetativos alterasen al individuo.
- **Adaptativa:** importancia del papel organizador y funcional de la emoción.
- **Multifactorial:** categoría en la que hay mayor numero. Subraya la multidimensionalidad del proceso emocional y los numerosos fenómenos que lo determinan.
- **Conceptualización restrictiva:** define la emoción por contrastación y diferenciación con otros procesos psicológicos.
- **Motivacional:** plantea el solapamiento que existe entre las emociones y la motivación.
- **Escéptica:** cuestiona la importancia y utilidad del concepto de emoción.

+ : **Las emociones son un proceso que implican:**

- Una serie de condiciones desencadenantes (estímulos relevantes),
- la existencia de experiencias subjetivas o sentimientos (interpretación subjetiva),
- diversos niveles de procesamiento cognitivo (procesos valorativos),
- cambios fisiológicos (activación),
- patrones expresivos de comunicación (expresión emocional),
- que tienen unos efectos motivadores (movilización para la acción),
- y una finalidad (adaptación al entorno).

*** : Orientación conductual en el estudio de la emoción**

Las aportaciones de esta orientación son escasas. No estudian conceptos cognitivos y biológicos. Lo que interesa son las leyes de la conducta emocional y sus importantes aportaciones en cuanto a técnicas de modificación de conducta.

Consideran que el proceso emocional se basa en el propio proceso de aprendizaje. Las emociones se encuentran en las respuestas emocionales incondicionadas, que a través del aprendizaje transmiten sus propiedades afectivas.

La conducta emocional es el conjunto de respuestas motoras y fisiológicas que se pueden condicionar por nuevos estímulos, al igual que cualquier otra respuesta, a través de un procedimiento de condicionamiento clásico.

Los modelos neoconductistas comienzan a estudiar las respuestas cognitivas emocionales como respuestas encubiertas (no observables) que se pueden condicionar del a misma forma que las respuestas abiertas (observables).

El primer modelo que explica la emoción humana como resultado de un condicionamiento clásico, apareció con el experimento de Watson con el pequeño Albert.

Mowrer dice que la ansiedad podría actuar como impulso cuya reducción serviría de recompensa.

La ansiedad es la forma condicionada de la reacción al dolor, tiene la función de motivar y reforzar la conducta que tiende a evitar la repetición del EI que produjo el dolor.

Mowrer explica la conducta fóbica con el modelo de dos factores:

- Por CC, un EN se transforma en EC llegando a producir una RC emocional negativa.
- EC se convierte en estímulo discriminante ED, de la respuesta de evitación que pone fin a la RC emocional negativa, lo cual resulta reforzante.
- El modelo podría explicar muchas fobias, pero hay problemas cuando no existe un suceso traumático, y cuando

no se extingue la fobia a pesar de que ya no se asocian EC y EI.

Los modelos neo conductistas incluyen variables no observables (cognitivas) que no aceptaba el neo conductistas (cognitivas) conductismo radical y explica la no extinción sosteniendo que no es que el estímulo llegue a ser aversivo, sino que los individuos aprendieron a anticipar las consecuencias aversivas.

Por condicionamiento instrumental, se puede reforzar la desaparición de la respuesta de miedo, sin embargo, si al sujeto se le impide dar la respuesta de evitación, el sujeto se agita muchísimo. Por tanto, no es suficiente para explicar el fenómeno.

Una posible explicación podría ser que con condicionamiento instrumental se complete el condicionamiento clásico en la explicación del aprendizaje emocional, ya que el primero por reforzamiento, modifica las respuestas musculo esqueléticas, y las autonómicas.

Las fobias también se pueden adquirir por aprendizaje vicario, o incluso por instrucciones verbales en ausencia de observación de un modelo.

Eysenck pretende explicar la no extinción de la fobia, remodelando la ley de la extinción en el CC: la presentación del EC aislado puede provocar que pierda fuerza o que la gane, esto dependerá del tipo de RC, de si tiene propiedades motivacionales o no. Si el EC provoca una RC motivacional, la sola presentación del EC genera una mayor RC y no su extinción.

Con el tiempo, se fueron añadiendo cada vez más componentes cognitivos, por ejemplo, Bandura Bandu señala que para que haya aprendizaje emocional debe haber conciencia de la relación entre estímulos y además el sujeto debe auto activarse mediante procesos cognitivos.

La pretensión de explicar la conducta emocional, como cualquier otra conducta en base a teorías de aprendizaje, se ha encontrado con muchas limitaciones, y con el problema de que la conducta emocional podría presentar peculiaridades añadidas. A su favor,

encontramos la contrastación empírica de sus postulados y el desarrollo de técnicas eficaces de tratamiento.

+ : **Orientación biológica de las emociones**

Esta orientación se basa en los trabajos pioneros de Darwin y W. James. Darwin aporto dos ideas importantes que son: sus ideas sobre la continuidad evolutiva de los patrones de expresión emocional continuidad desde especies inferiores al hombre; y su idea de que se puede diferenciar un grupo de emociones básicas.

W. James plantea que la experiencia emocional subjetiva deviene de la percepción consciente de cambios corporales ante determinadas situaciones.

La neurociencia afectiva se encarga de delimitar los fenómenos emocionales y analizar los elementos diferenciadores del proceso, y establecer los circuitos cerebrales asociados. Trata de descomponer el proceso afectivo, en elementos más simples, para que puedan ser estudiados en términos neurales.

El punto de inicio se da con Cannon y su teoría sobre la existencia de centros específicos del SNC responsables de la experiencia emocional.

James Papez expone una de las teorías más influyentes sobre cerebro emocional después de observar las consecuencias de lesiones cerebrales. Diferencia dos aspectos de la emoción:

- Canal de pensamiento: el estímulo sensorial se transmite a través del tálamo, hacia zonas laterales del neocórtex, donde las sensaciones se convierten percepciones, pensamientos y recuerdos.
- Canal de sentimiento: el estímulo sensorial se dirige al tálamo, de ahí al hipotálamo, luego al tálamo anterior, de ahí al córtex cingulado del que depende la experiencia emocional, volviendo al hipotálamo a través del hipocampo.

Klüver y Busy, observando los efectos de las lesiones en los lóbulos temporales de los monos, definen el síndrome de “ceguera psíquica”, según el cual observan que los monos lesionados eran dóciles en objetos psíquica”, a” antes temidos, no percibían el

significado de muchos objetos intentándolos ingerir, e intentaban copular con monos de su mismo sexo o con otras especies.

Mc Lean, inspirándose en los autores anteriores, propone una teoría general del cerebro emocional, en la que propone que lóbulo límbico, y determinadas estructuras subcorticales relacionadas, constituyen el cerebro visceral y es donde se concentran las sensaciones del exterior con las sensaciones viscerales (concretamente en el hipocampo, equivalente de corteza cingulada para Papez).

Tres años después introduce el concepto de sistema límbico, en el que incluye las estructuras cerebrales de Papez Sugiere que este sistema evoluciono para ocuparse de las funciones viscerales y constituye la base del aspecto emocional y visceral del individuo. Actualmente estas ideas no están vigentes.

La amígdala interviene en el condicionamiento del miedo y en el control de respuestas de defensa. La defensa información que llega directamente desde el tálamo es suficiente para que se forme asociación EC-EI (Estímulo Condicionado – Estímulo Incondicionado) y se produzca el condicionamiento del miedo. La información sensorial llega a la amígdala, a su núcleo lateral, por dos vías: desde los sistemas corticales de procesamiento perceptivo y desde vías que salen del tálamo. Una vez en el NL (Núcleo Lateral), es procesada por los diferentes núcleos amigdalianos, para llegar al núcleo central. En el NC (Núcleo Central), a través de sus conexiones con el hipotálamo y el tronco cerebral, se forman las respuestas conductuales y fisiológicas características del miedo.

El significado emocional del EC está determinado por el sonido y el contexto, y esto lo tiene que aprender la rata. El hipocampo se encargará de integrar los estímulos del contexto y enviar el resultado hacia la amígdala. Una lesión en la amígdala provoca que el animal no responda ni al tono ni al contexto. Y una lesión en el hipocampo provoca que no se responda ante el contexto.

La magnitud de la activación de la amígdala en la adquisición del miedo está relacionada con la fuerza de la respuesta de miedo. Si un EC se presenta subliminalmente también se activa la amígdala y otros núcleos subcorticales, esto confirma la doble vía por la que llega la información.

La amígdala desempeña un importante papel en los procesos de aprendizaje emocional implícito. Es responsable del establecimiento de asociaciones con contenido afectivo e interviene en la memoria emocional. El hipocampo es necesario para el establecimiento de memoria declarativas o explicitas, para la adquisición de información explicita, consciente y verbalizable acerca de la relación entre estímulos. Ambos intervienen en la representación de propiedades aversivas de un evento: emocional-implícita, y declarativa- explicita. Los experimentos con lesiones sobre estas estructuras demostraron lo siguiente:

- Lesión en amígdala --> no se aprende RC (Respuesta Condicionada), (memoria emocional implícita) pero se puede informar de la secuencia en que se presenta EC y EI (memoria explicita)
- Lesión en hipocampo --> hay RC pero no hay recuerdo explícito de lo ocurrido.
- Lesión en ambos --> no tiene lugar ninguno de los dos procesos.

La amígdala también desempeña un importante papel en la evaluación afectiva de estímulos relacionados con amenaza o peligro. Está involucrada en el reconocimiento de señales negativas, incluso participa en el procesamiento no consciente estímulos emocionales, alertándonos y permitiéndonos responder eficazmente ante cualquier amenaza. Una lesión completa en la amígdala, provoca que no se puedan reconocer las expresiones de miedo, ni evaluar la intensidad de la emoción a través de las expresiones faciales.

*** : Amigdala y las emociones**:

Interviene en el condicionamiento del miedo y en el control de respuestas de defensa.

El significado emocional de un EC está determinado por el sonido y el contexto en el que se presenta. El hipocampo integra estímulos del contexto y los envía a la amígdala. Una lesión en el hipocampo hará que no se responda ante el contexto y una lesión en la amígdala supone que no se responda ni al contexto ni al sonido.

Es responsable de establecer asociaciones con contenido afectivo. Interviene en la memoria emocional-implícita. Y el hipocampo en la memoria explicita-declarativa. Una lesión en la amígdala provoca que no haya aprendizaje de la RC pero sí se recuerde la secuencia en la que se presenta EC y EI. Una lesión en el hipocampo representa que se aprende la RC pero no se tenga recuerdo explícito de lo ocurrido.

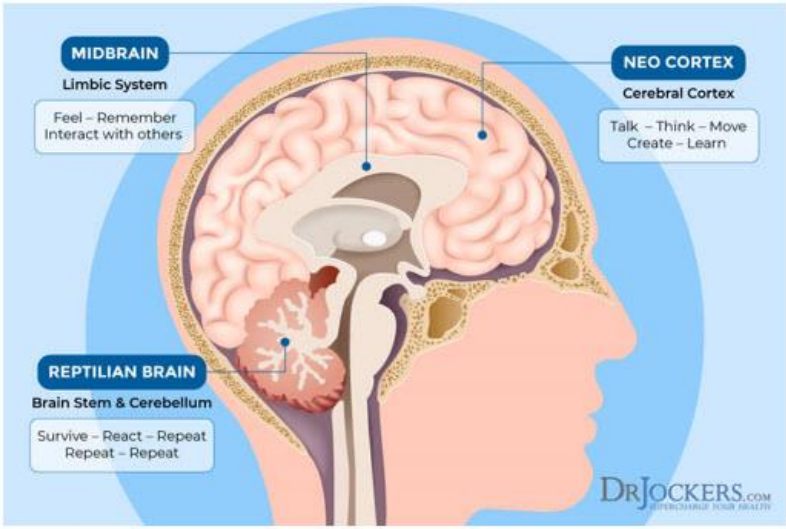


Figura 4.20.1. El cerebro y las emociones

Reconoce señales negativas, evalúa estímulos relacionados con amenazas o peligro.

La respuesta de la amígdala puede ser tan rápida y eficaz, pero no ser siempre adaptativa, ya que las emociones dependen de más factores relacionados con nuestras capacidades cognitivas, y no solo de la respuesta inmediata del organismo. El córtex prefrontal tiene un papel muy importante en el circuito neuronal responsable de afectos positivos y negativos.

Tiene un efecto modulador sobre la actividad amigdaliana. Supervisa la respuesta emocional primaria, para que se ajuste a la situación particular y sea adaptativa. Comprende tres áreas: dorsolateral, orbitofrontal (COF) y ventromedial (CVM), siendo estas dos últimas las que están especialmente implicadas en el procesamiento emocional.

El COF está implicado en el aprendizaje del valor emocional y motivacional de estímulos, ya que está involucrado en respuestas emocionales que implican aprendizaje de refuerzos. Junto con la amígdala aprende relaciones entre nuevos estímulos y reforzadores primarios, activándose siempre que los primeros se presentan y desaparece esta activación cuando el estímulo deja de ser recompensante, inhibiendo a otras zonas cerebrales. Una lesión provoca que las neuronas subcorticales continúen disparándose, sin atender a los cambios en el valor emocional del estímulo no siendo capaz de cambiar de conducta. Es un depósito de representaciones afectivas de los estímulos externos y las contingencias asociadas a ellos.

El COF y el CVM desempeñan una función clave en la regulación de los patrones de conducta. Lesiones en ambos, provocan desinhibición, impulsividad, y comportamiento social inapropiado. Un daño temprano en las regiones corticales impide un desarrollo normal de conductas sociales y afectivas dando lugar a comportamientos socio psicopáticos.

Las emociones juegan un papel crítico en el razonamiento, planificación de la conducta y toma de decisiones.

Damásio presento la hipótesis del marcador somático, en la que propone que los estados emocionales elicitados por experiencias pasadas de recompensa o castigo guían los procesos de toma de decisiones de un modo adaptativo para el organismo. La situación quedaría "marcada somáticamente" como agradable o desagradable y esto marcaria el curso de acción a la hora de tomar decisiones. La persona tiene una sensación o intuición acerca de cómo actuar. El COF y el CVM se encargan de asociar situaciones determinadas, con las emociones que nos generaron las consecuencias de acciones pasadas. Una lesión en estas zonas impide aprender de la experiencia, ya que el análisis de consecuencias antes de la acción no suceder.

- ***+ :*** **Cortex prefrontal:**

Se compone de tres áreas: dorsolateral, orbitofacial (COF), y ventromedial (CVM).

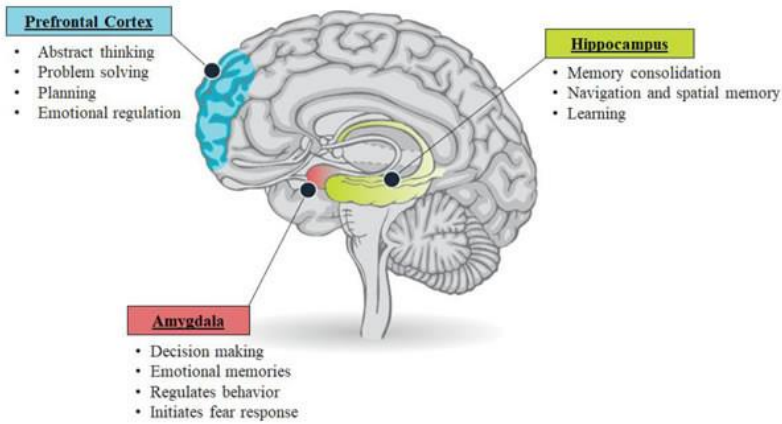


Figura 4.20.2. La Amígdala, el centro de las emociones

Modula la actividad amigdaliana.

COF: implicado en el aprendizaje emocional y motivacional de estímulos. Aprende junto con la amígdala las relaciones entre estímulos y reforzadores. La conducta va cambiando en función de la identificación que va haciendo del valor emocional del estímulo.

COF y CVM: intervienen en la regulación de patrones de conducta. Una lesión implica comportamiento social inapropiado.

La corteza cingulada anterior (CCA) integra información visceral, atencional y emocional, y está involucrada en la expresión de la emoción.

En la sección más anterior se encuentra la sección afectiva que desempeña una función importante en el control de la activación del SNA asociada a acontecimientos emocionales. Esta sección es crucial para la evaluación de situaciones de discrepancia entre el estado funcional del organismo y la recepción de información con consecuencias potencialmente relevantes a nivel motivacional y emocional.

En la sección más posterior, se encuentra la sección cognitiva, que desempeña un papel relevante en la selección de la respuesta y en el procesamiento cognitivo de las demandas de información ante tareas que resultan ambiguas.

+ : **Cortex cingulado anterior (cca):**

Integra la información visceral, atencional y emocional. Se involucra con la expresión de la emoción. La sección afectiva está en la zona anterior, y controla la activación del SNA asociada a acontecimientos emocionales. La sección cognitiva se localiza en la parte posterior y se implicada en la selección de la respuesta.

*** : Orientación cognitiva**

La actividad cognitiva no está segregada de nuestras emociones.

A la pregunta de cuáles son los prerrequisitos cognitivos mínimos para que se produzca una emoción hay dos visiones.

Si se considera el termino cognitivo como un procesamiento activo de la información, la mayor parte de las emociones requieren algún tipo de procesamiento. Las emociones son desencadenadas por algún tipo especial de actividad cognitiva cuya función es evaluar los acontecimientos externos en términos de su relevancia personal. La emoción es resultado de patrones evaluativos fruto de procesamiento cognitivo consciente o inconsciente en presencia de un estímulo relevante.

Si el termino cognitivo se restringe a la percepción consciente, los procesos evaluativos como antecedente fundamental de las emociones no implican necesariamente percepción consciente, siendo algunos procesos automáticos y no conscientes.

Con el trabajo de Gregorio Marañón, comienzan a surgir las teorías que sostienen que la activación fisiológica es necesaria pero no suficiente para que se produzca una emoción. También es necesaria una valoración del estado de activación y del contexto en el que se produce. Su investigación se basó en inyectar adrenalina a los participantes, quienes manifestaron experimentar emociones "vegetativas" o "frías", se sentían como si sintieran la emoción, pero no las calificaban de verdaderas emociones. Estos resultados alertaron sobre la importancia de los factores cognitivos en la experiencia emocional. De este trabajo se derivan las siguientes implicaciones:

- Que se pueden disociarse los componentes fisiológico y subjetivo de la emoción.

- Que la adrenalina induce un estado afectivo, pero que es necesario la presencia de elementos cognitivos que permitan explicar la activación fisiológica.
- Que no puede haber emoción sin activación fisiológica, ni emoción sin componente cognitivo.
- Que el estado emocional es fruto de la interacción de ambos.

Schachter y Singer formularon la teoría bifactorial de la emoción que defiende que la activación fisiológica es necesaria para que se produzca emoción, pero que la percepción de la activación no es suficiente. La activación determina la intensidad de la emoción, y la interpretación que se hace sobre ella, determina su cualidad. La activación por sí misma es inespecífica, por eso es necesario el elemento evaluativo-cognitivo.

Mandler con su teoría de la evaluación-discrepancia, coincide con Schachter y Singer. Afirma que el evaluación- proceso emocional se inicia con la interrupción cognitiva (desconfirmación de una expectativa u obstaculización de una acción en curso). Se produce una discrepancia entre pensamiento y acción ante un conflicto. Esto produce una activación indiferenciada del SNA, y el proceso de evaluación cognitiva que sucede a continuación determinara la calidad de la emoción resultante. Las emociones se asocian a reorganizaciones del sistema cognitivo a partir de un conflicto.

Con estas teorías se entendía que la interpretación de la activación fisiológica determinaba la cualidad emocional y la magnitud de la activación determinaba la intensidad emocional.

Luego surgen las teorías cognitivas de la valoración (appraisal) que plantean que la valoración por parte del sujeto de diversos aspectos del ambiente sería un elemento clave del proceso emocional que permitiría entender qué hace a una emoción diferente de la otra, y por qué se dan diferentes respuestas individuales ante idénticas situaciones.

Arnold fue la primera autora en proponer la primacía de los procesos valorativos en la aparición de la emoción. El sujeto realiza valoraciones del entorno, que lo aproximan a lo agradable y lo alejan de lo desagradable, y que complementan los procesos perceptivos.

Utiliza el término apreciación para designar el juicio evaluativo directo e inmediato sobre un objeto. La emoción parece incluid no solo la apreciación sino también un poder de atracción. La valoración situacional es anterior a la activación fisiológica y posterior emoción. La emoción es posible tras la percepción y la evaluación estimular.

Hay cuatro grupos de aproximaciones teóricas en cuanto a la naturaleza y tipo de valoración:

- **Criterios:** las personas usamos un conjunto fijo de criterios para evaluar el significado de los acontecimientos: las características intrínsecas del objeto, el significado que tiene el acontecimiento para las metas de la persona, la habilidad de la persona para hacer frente a las consecuencias del acontecimiento, y la compatibilidad del acontecimiento con los valores personales y sociales.
- **Atribuciones:** Weiner como autor más relevante de esta perspectiva, enfatizo la naturaleza motivacional de la emoción, y que ciertas emociones pueden distinguirse en función de las atribuciones de responsabilidad sobre el acontecimiento que elicita la emoción (internas o externas).
- **Temas:** cada emoción se caracteriza por un significado específico que deriva de la configuración de los distintos componentes moleculares de la valoración y constituyen los núcleos temáticos relacionados con cada emoción.
- **Significado:** son teorías interesadas en identificar qué representaciones cognitivas diferencian una emoción de otra. Parten del supuesto de que las emociones surgen como resultado de la manera en que las situaciones que las originan, son elaboradas por el sujeto que las experimenta.

Richard Lazarus desarrollo la teoría sobre la valoración cognitiva, el estrés y la emoción, donde propone un modelo cognitivo en el que atribuye las diferencias individuales en la respuesta al estrés, a la mediación de diversos procesos psicológicos, que explican la continua interacción sujeto-entorno. Estos procesos son la valoración cognitiva y el afrontamiento.

La valoración cognitiva es aquel proceso que determina las consecuencias que un acontecimiento dado, provoca en un

individuo; esta interpretación subjetiva de un acontecimiento es el principal determinante de la emoción.

Lazarus propone la teoría cognitivo-motivacional-relacional de las emociones que supone que las emociones cognitivo-motivacional- se diferencian en función de patrones característicos de procesos de valoración cognitiva. La valoración primaria determina la relevancia personal de los acontecimientos. Se compone de la relevancia de la meta, la congruencia o incongruencia de la meta y la implicación del yo. Este último es fundamental para determinar las diferentes emociones. Pone en relación la situación evaluada con los compromisos y valores que son importantes en la identificación de uno mismo.

La valoración secundaria media en la respuesta emocional de acuerdo a las opciones de afrontamiento que la persona cree que tiene frente a la situación. Se compone por la adjudicación de culpa o merito, el potencial de afrontamiento, y las expectativas futuras.

Lazarus además propone un nivel de análisis superior, molar, afirmando que a partir de los procesos de nivel valoración, se construye un significado específico para cada emoción que resume el significado personal de la situación emocional y constituye los temas relacionales nucleares para cada emoción.

Scherer parte del supuesto de que las emociones forman parte de los mecanismos de un continuo filogenético que facilitaran la adaptación a los cambios producidos por el ambiente. Las emociones son un proceso dinámico, complejo y multi componencial, para comprenderlas es necesario conocer los cambios que suceden en cada uno de sus componentes (cognitivo, neurofisiológico, motivacional, expresivo- instrumental, y de sentimiento) los cuales están vinculados a diferentes sistemas orgánicos y su intervención en conjunto explicaría el proceso emocional.

Su modelo de chequeos secuenciales para la diferenciación de emociones pretende explicar cómo los distintos episodios emocionales son resultado de una secuencia de chequeos de evaluación de estímulos específicos que implica la organización de distintos sistemas orgánicos. Los componentes de este proceso evaluativo son:

Subsistema de procesamiento de la información: es un componente cognitivo vinculado al procesamiento de información, determina la probabilidad de ocurrencia y la novedad de un estímulo. Compara constantemente las señales de entrada con las señales de retroalimentación internas para valorar si se producen cambios significativos para el organismo.

Para ello participa el SNC evaluando los eventos, objetos y situaciones que se presentan. Subsistema de soporte: es un componente neurofisiológico que valora si la estimulación es placentera o displacentera a través de referencias periféricas que cumplen la función de regulación homeostática. Involucra al SNC, SNA, y SN neuroendocrino.

Subsistema ejecutivo: es un componente motivacional que se encarga de preparar, decidir y dirigir las acciones y mediar entre motivos y planes conflictivos. Está vinculado al SNC.

Subsistema de acción: es un componente expresivo-instrumental, esta al servicio de la expresión y de la ejecución de acciones voluntarias. Informa sobre la reacción y las intenciones conductuales. Implica al SN somático.

Subsistema de monitorización: es un componente de sentimiento subjetivo, determina cuándo un • acontecimiento es conforma a las normas sociales, culturales, o con el significado esperado por los otros, asi como su consistencia con normas internas y estándares del yo-ideal. Monitoriza el estado interno del organismo y las interacciones constantes que éste mantiene con el ambiente.

La emoción se define como un acontecimiento de cambios interrelacionados y sincronizados de los 5 subsistemas del organismo activados en respuesta a la evaluación de un evento interno o externo relevante al organismo. El antecedente que pone en marcha el proceso emocional es un cambio en las relevantes condiciones estimulares.

El componente cognitivo implica 4 estadios en valoración de una situación: detectar la relevancia que tiene un evento (implica a la atención, memoria, o motivación), evaluar las consecuencias que acarrea (interviene la memoria, motivación y razonamiento), determinar el potencial de afrontamiento del que se dispone

(interviene el razonamiento y el autoconcepto), y evaluar el significado personal (razonamiento y autoconcepto).

- Los estímulos se evalúan de forma jerárquica y secuencial siguiendo un curso temporal, siendo el resultado final de esta evaluación lo que determine la cualidad e intensidad de la emoción.
- Un estímulo activa el reflejo de orientación y focaliza la atención. Es un proceso automático de evaluación muy rápida, no interviene el córtex cerebral y aparecen emociones poco diferenciadas.
- Se pone en marcha un proceso evaluativo pre cognitivo, que analiza el carácter placentero o displacentero del estímulo. Aparecen emociones relacionadas con la aversión o atracción.
- El sujeto evalúa la capacidad de control sobre la situación y aparecen emociones más complejas.
- Se produce una pugna con las normas sociales, y los aspectos de la autoimagen, aparecen emociones secundarias y más complejas.

*** : La memoria**

Desde el momento en que nacemos, nuestros cerebros son bombardeados por una inmensa cantidad de información sobre nosotros y sobre el mundo que nos rodea. Entonces, **¿cómo nos aferramos a todo lo que hemos aprendido y experimentado?** A través de los recuerdos.

+ : **Los tipos de memoria**

Tomado de https://www.nationalgeographicla.com/ciencia/2019/03/memoria-humana-como-creamos-recordamos-y-olvidamos-los-recuerdos

Los **seres humanos retienen** diferentes tipos de **recuerdos por diferentes períodos de tiempo**. Los recuerdos a **corto plazo** duran de segundos a horas, mientras que los recuerdos a **largo plazo** duran años. También tenemos una **memoria de trabajo**, que nos permite tener algo en nuestras mentes por un tiempo limitado al repetirlo.

Cada vez que dices un número de teléfono para recordarlo, estás utilizando tu memoria de trabajo.

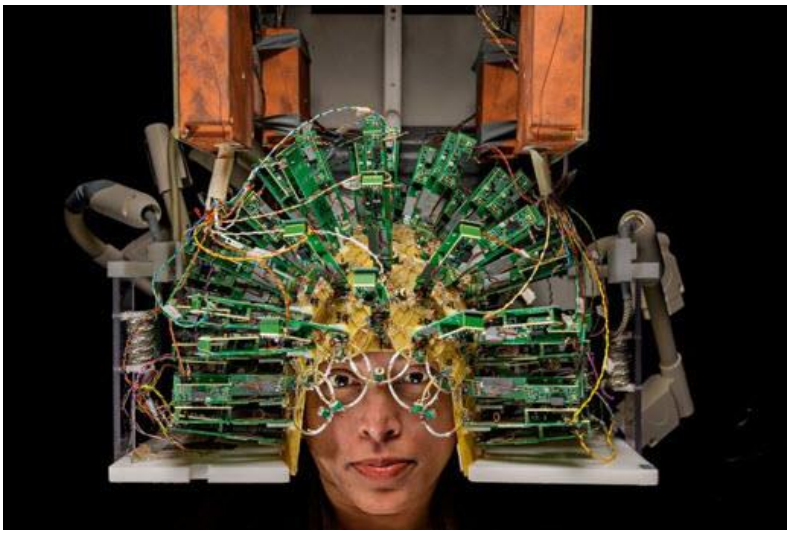


Figura 4.20.3. La memoria

Otra forma de categorizar los recuerdos es mediante el tema de la memoria misma y si eres consciente de ello. La memoria declarativa, también llamada memoria explícita, consiste en el tipo de recuerdos que experimentas conscientemente. Algunos de estos recuerdos son hechos o son de **"conocimiento común"**: cosas como la capital de Portugal (Lisboa), o el número de cartas en un mazo estándar de cartas (52). Otros consisten en **eventos pasados** que has experimentado, como un cumpleaños infantil.

La memoria no declarativa, también llamada **memoria implícita**, se acumula inconscientemente. Estos incluyen memorias de procedimiento, que tu cuerpo utiliza para recordar las habilidades que has aprendido. ¿Tocas un instrumento o andas en bicicleta? Esas son tus memorias procedurales en el trabajo. Las memorias no declarativas también pueden dar forma a las respuestas irreflexivas de tu cuerpo, como salivar a la vista de tu comida favorita o tensarse cuando ves algo a lo que le temes.

En general, las memorias declarativas son más fáciles de formar que las memorias no declarativas. Se necesita menos tiempo para memorizar la capital de un país que para aprender a tocar el violín.

Pero las memorias no declarativas se quedan más fácilmente. Una vez que hayas aprendido a andar en bicicleta, es probable que no lo olvides.

+ : Tipos de amnesia

Para entender cómo recordamos las cosas, es increíblemente útil estudiar cómo las olvidamos, razón por la cual los neurocientíficos estudian la amnesia, la **pérdida de recuerdos o la capacidad de aprender**. La amnesia suele ser el resultado de algún tipo de trauma cerebral, como una lesión en la cabeza, un derrame cerebral, un tumor cerebral o alcoholismo crónico.

Hay dos tipos principales de amnesia. La primera, la **amnesia retrógrada**, ocurre cuando olvidas cosas que sabías antes del trauma cerebral. La **amnesia anterógrada** es cuando el trauma cerebral restringe o detiene la capacidad de alguien para formar nuevos recuerdos.

El estudio del caso más famoso de la amnesia anterógrada es Henry Molaison, a quien en 1953 le extirparon partes de su cerebro como tratamiento de último recurso para las convulsiones graves. Mientras Molaison, estaba vivo como HM, recordaba gran parte de su infancia, pero no pudo formar nuevas memorias declarativas. Las personas que trabajaron con él durante décadas tuvieron que volver a presentarse con cada visita.

Al estudiar a personas como HM, así como a animales con diferentes tipos de daño cerebral, los científicos pueden rastrear dónde y cómo se forman los diferentes tipos de recuerdos en el cerebro. Parece que las memorias a corto y largo plazo no se forman exactamente de la misma manera, ni las memorias declarativas y de procedimiento.

No existe un solo lugar dentro del cerebro que contenga todos tus recuerdos; diferentes áreas del cerebro forman y almacenan diferentes tipos de recuerdos, y diferentes procesos pueden estar en juego para cada uno. Por ejemplo, las respuestas emocionales como el miedo residen en una región del cerebro llamada la amígdala. Las memorias de las habilidades que has aprendido están asociadas con una región diferente llamada estriado. Una región del hipocampo es crucial para formar, retener y recordar memorias declarativas. Los lóbulos temporales, las regiones del cerebro que a HM le faltaban

parcialmente, desempeñan un papel crucial en la formación de los recuerdos.

+ : Cómo se forman, almacenan y se recuerdan los recuerdos

Desde la década de 1940, los científicos han supuesto que los recuerdos se guardan dentro de grupos de neuronas o células nerviosas, llamadas ensamblajes celulares. Esas células interconectadas disparan como un grupo en respuesta a un estímulo específico, ya sea la cara de tu amigo o el olor a pan recién horneado. Cuanto más se activan las neuronas, más se fortalecen las interconexiones de las células. De esa manera, cuando un estímulo futuro active las células, es más probable que se dispare todo el conjunto. La actividad colectiva de los nervios transcribe lo que experimentamos como un recuerdo. Los científicos todavía están trabajando en los detalles de cómo funciona.

Para que una memoria a corto plazo se convierta en una memoria a largo plazo, debe fortalecerse para el almacenamiento a largo plazo, un proceso llamado consolidación de memoria. Se piensa que la consolidación tiene lugar por varios procesos. Uno, llamado potenciación a largo plazo, consiste en que los nervios individuales se modifican para crecer y hablar a los nervios vecinos de manera diferente. Esa remodelación altera las conexiones de los nervios a largo plazo, lo que estabiliza la memoria. Todos los animales que tienen recuerdos a largo plazo utilizan esta misma maquinaria celular básica. Los científicos elaboraron los detalles de la potenciación a largo plazo estudiando las babosas marinas de California. Sin embargo, no todas las memorias a largo plazo tienen que comenzar necesariamente como memorias a corto plazo.

Cuando recordamos algo, muchas partes de nuestro cerebro se comunican rápidamente entre sí, incluidas las regiones de la corteza cerebral que procesan información de alto nivel, las regiones que manejan las entradas en bruto de nuestros sentidos y una región llamada lóbulo temporal medio que parece ayudar a coordinar el proceso. Un estudio reciente encontró que en el momento en que los pacientes recordaban los recuerdos recién formados, las ondas de la actividad nerviosa en el lóbulo temporal medial se sincronizaban con las ondas en la corteza cerebral.

Figura 4.20.4. Actividad eléctrica en el cerebro

Muchos misterios de la memoria permanecen. ¿Con qué precisión se codifican los recuerdos dentro de los grupos de neuronas? ¿Cuán ampliamente distribuidas en el cerebro están las células que codifican una memoria dada? ¿Cómo corresponde nuestra actividad cerebral a cómo experimentamos los recuerdos? Estas áreas activas de investigación pueden proporcionar algún día una nueva perspectiva sobre la función cerebral y sobre cómo tratar las afecciones relacionadas con la memoria.

Por ejemplo, trabajos recientes han demostrado que algunos recuerdos deben ser "reconsolidados" cada vez que se recuerdan. Si es así, el hecho de recordar algo hace que ese recuerdo sea temporalmente maleable, lo que permite fortalecerlo, debilitarlo o modificarlo de otro modo. Las memorias pueden ser más fáciles de tratar con medicamentos durante la reconsolidación, lo que podría ayudar a tratar afecciones como el trastorno por estrés postraumático o TEPT.

*** : Bases anatómicas de la memoria.**

Hoy es posible decir que la memoria no tiene un solo locus. Diferentes estructuras cerebrales están involucradas en la adquisición, el almacenamiento y el recuerdo de la diversa información adquirida mediante el aprendizaje.

Extractado de https://pt.wikipedia.org/wiki/Mem%C3%B3ria

+ : **Memoria de corto plazo**

Depende del sistema límbico, implicado en los procesos de retención y consolidación de nueva información. Hoy en día también se supone que la consolidación temporal de la información involucra estructuras como el hipocampo, la amígdala, la corteza entorrinal y la circunvolución parahipocampal, y luego se transfiere a las áreas de asociación de la neocorteza parietal y temporal. Las vías hacia y desde el hipocampo también son importantes para estudiar la anatomía de la memoria. Las entradas (entrantes) están constituidas por la vía fimbria-fórnix o por la vía perforante. Las proyecciones importantes de CA1 a las cortezas subiculares adyacentes son parte de las salidas (salientes) del hipocampo. También existen dos vías hipocampales responsables de las interconexiones del propio sistema límbico, como el Circuito de Papez (hipocampo, fórnix, cuerpos mamilares, circunvolución cingulada, circunvolución parahipocampal y amígdala), y la segunda vía se proyecta desde áreas corticales de asociación, a través de la circunvolución cingulada y la corteza entorrinal, al hipocampo, que, a su vez, se proyecta a través del núcleo septal y el núcleo talámico medial a la corteza prefrontal, donde se almacena información que reverbera en el circuito.

- : Memoria de trabajo

Comprende un sistema de control de la atención (ejecutivo central), auxiliado por dos sistemas de apoyo (Bucle Fonológico y Bloc de Notas Visuoespacial) que ayudan en el almacenamiento temporal y manipulación de la información. El ejecutivo central tiene capacidad y función limitada para seleccionar estrategias y planes, teniendo su actividad relacionada con el funcionamiento del lóbulo frontal, que supervisa la información. El cerebelo también está involucrado en el procesamiento de la memoria de trabajo, actuando en la catalogación y mantenimiento de secuencias de eventos, lo cual es necesario en situaciones que requieren el ordenamiento temporal de la información. El sistema de apoyo visuoespacial tiene un componente visual, relacionado con la región occipital, y un componente espacial, relacionado con regiones del lóbulo parietal. En el sistema fonológico, la articulación subvocal ayuda en el mantenimiento de la información; las lesiones en el giro supramarginal y angular del hemisferio izquierdo generan

dificultades en la memoria verbal auditiva a corto plazo. Este sistema está relacionado con la adquisición del lenguaje.

+ : **Memoria a largo plazo**

- : Memoria explícita:

Depende de estructuras en el lóbulo temporal medial (incluyendo el hipocampo, la corteza entorrinal y la corteza parahipocampal) y el diencéfalo. Además, el tabique y los haces de fibras que se extienden desde el prosencéfalo basal hasta el hipocampo también parecen tener funciones importantes.

Aunque tanto la memoria episódica como la semántica dependen de las estructuras del lóbulo temporal medial, es importante resaltar la relación de estas estructuras con otras. Por ejemplo, los pacientes ancianos con disfunción del lóbulo frontal tienen más dificultades con la memoria episódica que con la memoria semántica. Por otro lado, las lesiones en el lóbulo parietal izquierdo presentan alteraciones en la memoria semántica.

- : Memoria implícita:

El aprendizaje de las habilidades motoras depende de aferentes corticales desde las áreas de asociación sensorial hasta el cuerpo estriado o los ganglios basales.

Los núcleos caudado y putamen reciben proyecciones corticales y las envían al globo pálido y otras estructuras del sistema extrapiramidal, constituyendo una conexión entre estímulo y respuesta. El condicionamiento de las respuestas del músculo esquelético depende del cerebelo, mientras que el condicionamiento de las respuestas emocionales depende de la amígdala. Ya se han descrito cambios en el flujo sanguíneo, aumentando el del cerebelo y reduciendo el del cuerpo estriado al comienzo del proceso de adquisición de una habilidad.

Durante este proceso, se incrementó el flujo del cuerpo estriado. El neoestriado y el cerebelo están involucrados en la adquisición y planificación de acciones, constituyendo así, a través de conexiones entre el cerebelo y el tálamo y entre el cerebelo y los lóbulos frontales, vínculos entre el sistema implícito y el explícito.

- : **Base molecular del almacenamiento de memoria.**

Aún no se conoce el mecanismo utilizado para almacenar recuerdos en los seres vivos. Los estudios indican LTP (potencial a largo plazo) o potencial a largo plazo como el principal candidato para dicho mecanismo. La LTP fue descubierta por Tim Bliss y Terje Lomo en un estudio sobre la capacidad de las sinapsis entre las neuronas del hipocampo para almacenar información. Descubrieron que un período corto de actividad eléctrica de alta frecuencia aplicada artificialmente a una vía del hipocampo producía un aumento en la eficacia sináptica. Este tipo de facilitación es lo que llamamos LTP. Los mecanismos para inducir LTP pueden ser asociativos o no asociativos.

LTP tiene varias características que lo convierten en un candidato muy adecuado para el mecanismo de almacenamiento a largo plazo. En primer lugar, ocurre en cada una de las tres vías principales a través de las cuales fluye la información en el hipocampo: la vía perforante, la vía de las fibras musgosas y la vía colateral de Schaffer. En segundo lugar, se induce rápidamente y, finalmente, después de ser inducido, es estable. Esto permite concluir que la LTP tiene características propias del proceso de la memoria, es decir, puede formarse rápidamente en las sinapsis adecuadas y tiene una duración prolongada. Vale la pena recordar que, aunque LTP tiene características en común con un proceso de memoria ideal, no es posible demostrar que sea el mecanismo utilizado para el almacenamiento de memoria.

En cuanto a la LTP en la vía de las fibras musgosas y en la vía colateral de Schaffer, se puede detallar mejor de la siguiente manera:

+ : **Fibras musgosas:**

La información recibida por la circunvolución dentada de la corteza entorrinal se transmite al hipocampo a través de células granulares, cuyos axones forman la vía de fibras musgosas que termina en neuronas piramidales en la región CA3 del hipocampo. Las fibras musgosas liberan glutamato como neurotransmisor. La LTP en las fibras musgosas no es asociativa, es decir, no depende de la actividad postsináptica u otras señales que llegan simultáneamente, depende solo de un pequeño estallido de actividad neuronal de alta frecuencia en las neuronas presinápticas y la consiguiente entrada

de calcio. Esta entrada de calcio activa un adenilato ciclasa, dependiente de calcio y calmodulina (tipo 1); esta enzima aumenta el nivel de cAMP y cAMP activa la proteocinasa dependiente de cAMP (PKA). Esta quinasa agrega grupos fosfato a ciertas proteínas y, por lo tanto, activa algunas e inhibe otras. LTP en fibras musgosas puede verse influenciado por señales de entrada moduladoras por noradrenalina. Estas señales de entrada activan receptores a los que se unen los transmisores, y estos receptores activan el adenilato ciclasa. El papel de LTP en las fibras musgosas en la memoria aún no está claro.

- : **Garantías de Schaffer:**

Las células piramidales en la región CA3 del hipocampo envían axones a la región CA1 formando la vía colateral de Schaffer. La LTP en estos es de tipo asociativo, es decir, requiere actividad concomitante tanto pre como postsináptica. Por lo tanto, la LTP solo puede inducirse en la vía colateral de Schaffer si los receptores de glutamato de tipo NMDA están activados en las células postsinápticas. Es importante recordar que existen dos receptores importantes para el glutamato: NMDA y no NMDA. El canal del receptor NMDA no funciona de forma rutinaria porque está bloqueado por iones de magnesio que solo se desplazan cuando se genera una señal muy fuerte en la célula postsináptica. Tal señal hace que las células presinápticas disparen a alta frecuencia, lo que resulta en una fuerte despolarización que expulsa magnesio y permite la entrada de calcio. Esta entrada de calcio desencadena una cascada de reacciones que es responsable del aumento persistente de la actividad sináptica. Este hallazgo fue interesante ya que proporcionó la primera evidencia para la propuesta de Hebb de que "cuando un axón de la célula A (...) excita a la célula B y repetida o persistentemente continúa haciendo que la célula se dispare, algún proceso de crecimiento o alteración metabólica ocurre en uno o ambas células, de una manera que aumenta la eficacia, (eficacia) de A como una de las células capaces de hacer que B se dispare". Uno de los mecanismos responsables de fortalecer esta conexión es el aumento de la sensibilidad de los receptores AMPA. Otra posibilidad es el reciclaje reducido de los receptores AMPA, lo que les permite permanecer activos por más tiempo. Además, después de una

inducción sináptica de LTP, hay un aumento en la liberación de transmisores desde las terminales presinápticas.

A medida que comienza la fase tardía de la LTP, varias horas después de la inducción, los niveles de AMPc aumentan y este aumento de AMPc en el hipocampo es seguido por la activación de PKA y CREB-1. La actividad de CREB-1 en el hipocampo parece conducir a la activación de un conjunto de genes de respuesta inmediata y estos genes actúan para iniciar el crecimiento de nuevos sitios sinápticos. Los estudios han demostrado que la PKA, la proteocinasa, es de suma importancia para la conversión de la memoria a corto plazo en memoria a largo plazo, quizás porque la cinasa fosforila factores de transición como CREB-1, que a su vez activa las proteínas necesarias para una LTP duradera.

+ : **Neuromodulación de la memoria**

Hay eventos en nuestras vidas que nunca olvidamos. Sin embargo, no todo lo que nos sucede queda grabado en nuestra memoria para siempre. ¿Cómo determina el cerebro qué merece ser almacenado y qué es basura?

Antes de apegarse a estas definiciones, es importante recordar que la consolidación de la memoria ocurre en el momento posterior al evento. Entonces, cualquier factor que haya en ese momento puede fortalecer o debilitar la memoria, cualquiera que sea. Investigaciones realizadas con ratas han demostrado que, durante el entrenamiento, reactivación de los sistemas neurohormonales que actúan modulando el proceso de memorización.

La ß-endorfina parece ser la sustancia relacionada con el olvido. Este proceso, aunque a veces indeseable (como en una prueba, por ejemplo), es fundamental desde el punto de vista fisiológico. Después de todo, la vida sería inviable sin ningún tipo de "filtro" en la memoria (ver hipermnesia). Otras sustancias, como las morfinas, las encefalinas, la ACTH y la adrenalina (estas dos últimas en dosis altas) facilitan la liberación de ß-endorfina, lo que provoca el olvido. Es por esto que situaciones cargadas de estrés emocional pueden derivar en amnesia anterógrafa, que es lo que sucede cuando, luego de un accidente automovilístico, el individuo es incapaz de reportar lo sucedido minutos antes.

Entonces, ¿qué determina si la información debe almacenarse? Cuando la información es relativamente importante, sobrevive al sistema de ß-endorfinas, ya que se liberan dosis moderadas de ACTH, noradrenalina, dopamina y acetilcolina, que actúan para facilitar la consolidación de la memoria. Sin embargo, altas dosis de esta sustancia tienen el efecto contrario al bloquear los canales iónicos.

Otra sustancia clave en el procesamiento de la memoria es el GABA (ácido gamma-aminobutírico). Los fármacos que influyen en la liberación de GABA modulan el proceso de la memoria. Los antagonistas GABAérgicos (en dosis subconvulsivas, ya que el bloqueo total de la acción del GABA puede producir ansiedad, actividad locomotora elevada y convulsiones) facilitan la memorización y los agonistas (sustancias que imitan la acción del GABA) la dificultan. Las benzodiazepinas, los tranquilizantes más recetados y vendidos en el mundo, facilitan la acción del GABA y por lo tanto pueden afectar la memoria. Hay informes de pacientes que experimentan amnesia anterógrada después del tratamiento con diazepam (nombre clínico de las benzodiazepinas).

También se sabe que los antagonistas de los receptores colinérgicos, los receptores glutaminérgicos del tipo NMDA y los receptores adrenérgicos provocan un déficit de memoria porque dificultan la acción de sustancias que facilitan la memorización dentro de la célula.

La serotonina (otro neurotransmisor) juega un papel importante en la consolidación de la memoria a largo plazo, que parece estar relacionada con la síntesis de proteínas. La serotonina actúa a través de receptores metabotrópicos que aumentarán los niveles de AMP cíclico permitiendo la cascada de fosforilación de quinasas. Esto aumenta la transcripción de ADN y, por lo tanto, la síntesis de proteínas.

Los neuropéptidos también influyen en la memorización. Investigaciones recientes que involucran a la sustancia P indican que puede tener efectos tanto de mejora como de deterioro de la memoria, dependiendo de dónde esté activa.

Finalmente, es importante destacar el papel de la amígdala en la modulación de la memoria, especialmente en el núcleo basolateral. Esta estructura recibe información de modalidades sensoriales y la transmite a diferentes áreas del cerebro vinculadas a funciones cognitivas. Debido a su papel central en la percepción de las emociones, la amígdala participa en la modulación de los primeros momentos más alertas o ansiogénicos de la formación de la memoria a largo plazo y en algunos aspectos de su evocación. Cuando se sobreactiva, especialmente por el estrés, puede producir los temibles blancos.

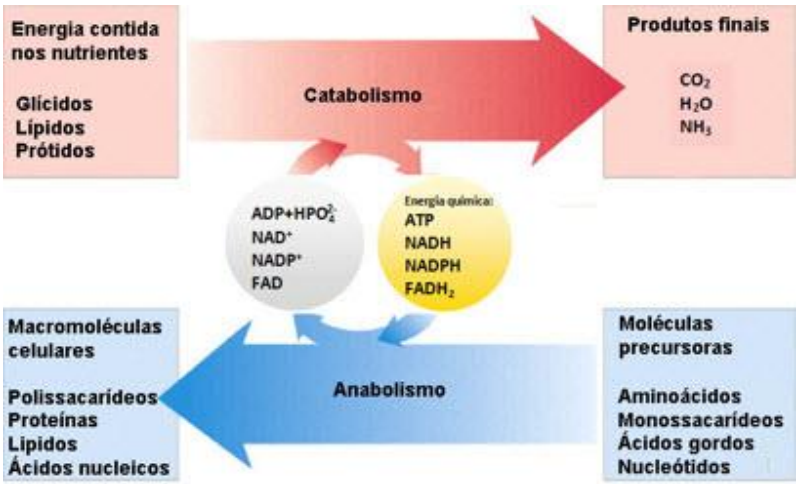


Figura 4.20.5. Anabolismo y Catabolismo cerebral

*** : Funcionamiento físico del sistema**

Por lo visto hasta ahora, tenemos que todo funciona con energía y esa energía la genera el mismo cuerpo a partir de la alimentación, siendo que una gran parte de esa energía proviene de los carbohidratos que se convierten en Glucosa, esa glucosa mezclada con agua en el proceso metabólico se convierte en CO2 y Oxígeno.

Eso quiere decir que esa transformación del ATP en ADP y luego regreso a ATP es constante.

*** : Poner todo junto – Sistema Nervioso y el Sistema Endocrino.**
Ahora que hemos considerado cómo operan las neuronas individuales y los roles de las diferentes áreas cerebrales, es el

momento de preguntarnos cómo logra el cuerpo “juntarlo todo”. ¿Cómo funcionan juntas las actividades complejas en las diversas partes del cerebro, los simples disparos de todo o nada de miles de millones de neuronas interconectadas y los diversos sistemas químicos dentro del cuerpo para permitir que el cuerpo responda al entorno social y se involucre en comportamientos cotidianos? En esta sección veremos que las complejidades del comportamiento humano se logran a través de las acciones conjuntas de procesos eléctricos y químicos en el sistema nervioso y el sistema endocrino.

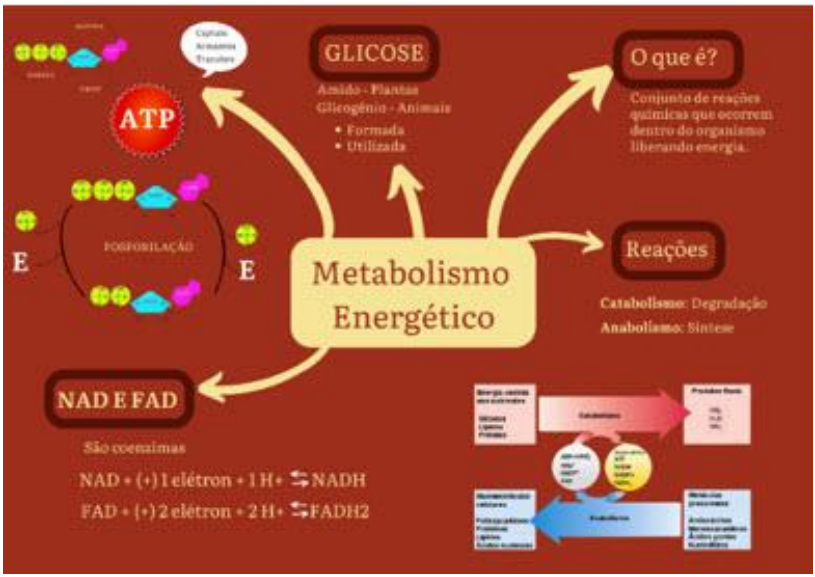


Figura 4.20.6. Metabolismo energético en el cerebro

*** : Control Eléctrico del Comportamiento: El Sistema Nervioso**

El sistema nervioso (Figura 3.4.17), la carretera de información eléctrica del cuerpo está formado por nervios, haces de neuronas interconectadas que se disparan en sincronía para llevar mensajes. El sistema nervioso central (SNC), integrado por el cerebro y la médula espinal, es el principal controlador de las funciones del cuerpo, encargado de interpretar la información sensorial y responder a ella con sus propias directivas. El SNC interpreta la información proveniente de los sentidos, formula una reacción apropiada y envía respuestas al sistema apropiado para responder en consecuencia. Todo lo que vemos, escuchamos, olemos, tocamos y saboreamos nos es transmitido desde nuestros órganos

sensoriales como impulsos neuronales, y cada uno de los comandos que el cerebro envía al cuerpo, tanto consciente como inconscientemente, viaja a través de este sistema también.

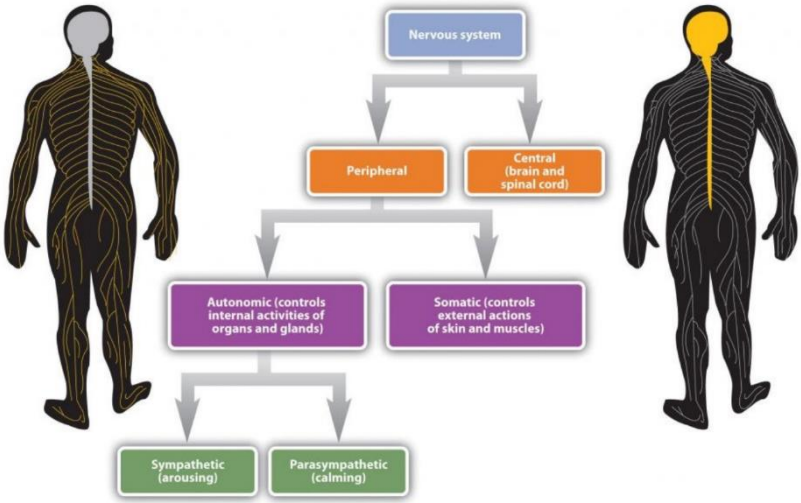


Figura 4.20.7. Las Divisiones Funcionales del Sistema Nervioso

Los nervios se diferencian según su función. Una neurona sensorial (o aferente) transporta información de los receptores sensoriales, mientras que una neurona motora (o eferente) transmite información a los músculos y glándulas. Una interneurona, que es de lejos el tipo de neurona más común, se localiza principalmente dentro del SNC y es responsable de comunicarse entre las neuronas. Las interneuronas permiten al cerebro combinar las múltiples fuentes de información disponibles para crear una imagen coherente de la información sensorial que se transmite.

La médula espinal es el haz largo, delgado y tubular de nervios y células de soporte que se extiende hacia abajo desde el cerebro. Es el paso central de información para el cuerpo. Dentro de la médula espinal, los tractos ascendentes de neuronas sensoriales transmiten información sensorial de los órganos de los sentidos al cerebro, mientras que los tractos descendentes de las neuronas motoras transmiten los comandos motores de regreso al cuerpo. Cuando se requiere una respuesta más rápida de lo habitual, la médula espinal puede hacer su propio procesamiento, evitando el cerebro por completo. Un reflejo es un movimiento involuntario y casi

instantáneo en respuesta a un estímulo. Los reflejos se activan cuando la información sensorial es lo suficientemente poderosa como para alcanzar un umbral determinado y las interneuronas en la médula espinal actúan para enviar un mensaje de vuelta a través de las neuronas motoras sin transmitir la información al cerebro (Figura 4.20.8.). Cuando tocas una estufa caliente e inmediatamente tiras tu mano hacia atrás, o cuando tientas tu celular e instintivamente alcanzas para atraparlo antes de que caiga, los reflejos en tu médula espinal ordenan las respuestas adecuadas antes de que tu cerebro sepa incluso lo que está sucediendo.

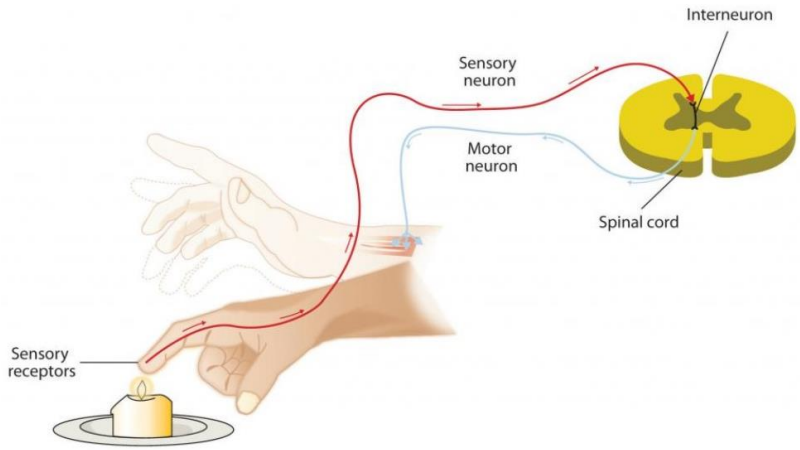


Figura 4.20.8. El Reflejo. El sistema nervioso central puede interpretar las señales de las neuronas sensoriales y responder a ellas de manera extremadamente rápida a través de las neuronas motoras sin necesidad de que el cerebro esté involucrado. Estas respuestas rápidas, conocidas como reflejos, pueden reducir el daño que podríamos experimentar como consecuencia de, por ejemplo, tocar una estufa caliente.

Si el sistema nervioso central es el centro de mando del cuerpo, el sistema nervioso periférico (SNP) representa la línea del frente. El SNP vincula el SNC con los receptores de los sentidos, los músculos y las glándulas del cuerpo. Como se puede ver en la Figura Figura 4.20.9., el sistema nervioso periférico se divide en sí mismo en dos subsistemas, uno que controla las respuestas internas y otro que controla las respuestas externas.

El sistema nervioso autónomo (SNA) es la división del SNP que gobierna las actividades internas del cuerpo humano, incluyendo la

frecuencia cardíaca, la respiración, la digestión, la salivación, la transpiración, la micción y la excitación sexual. Muchas de las acciones del ANS, como la frecuencia cardíaca y la digestión, son automáticas y están fuera de nuestro control consciente, pero otras, como la respiración y la actividad sexual, pueden ser controladas e influenciadas por procesos conscientes.

El sistema nervioso somático (SNS) es la división del SNP que controla los aspectos externos del cuerpo, incluidos los músculos esqueléticos, la piel y los órganos de los sentidos. El sistema nervioso somático consiste principalmente en nervios motores responsables de enviar señales cerebrales para la contracción muscular.

El propio sistema nervioso autónomo se puede subdividir en los sistemas simpático y parasimpático (Figura 3.4.19). La división simpática de la ANS está involucrada en la preparación del cuerpo para el comportamiento, particularmente en respuesta al estrés, activando los órganos y las glándulas en el sistema endocrino. La división parasimpática de la ANS tiende a calmar el cuerpo al ralentizar el corazón y la respiración y al permitir que el cuerpo se recupere de las actividades que provoca el sistema simpático. Las divisiones simpática y parasimpática normalmente funcionan en oposición entre sí, de tal manera que la división simpática actúa un poco como el pedal del acelerador en un automóvil y la división parasimpática actúa como el freno.

Nuestras actividades cotidianas están controladas por la interacción entre el sistema nervioso simpático y parasimpático. Por ejemplo, cuando nos levantamos de la cama por la mañana, experimentaríamos una fuerte caída de la presión arterial si no fuera por la acción del sistema simpático, que automáticamente aumenta el flujo sanguíneo a través del cuerpo.

De igual manera, después de comer una comida grande, el sistema parasimpático envía automáticamente más sangre al estómago y los intestinos, lo que nos permite digerir eficientemente los alimentos.

Y tal vez hayas tenido la experiencia de no tener nada hambre antes de un evento estresante, como un juego deportivo o un examen (cuando la división simpática estaba principalmente en acción), pero de repente te encuentras hambriento después, ya que el parasimpático se hace cargo. Los dos sistemas trabajan juntos para

mantener las funciones corporales vitales, dando como resultado la homeostasis, el equilibrio natural en los sistemas del cuerpo.

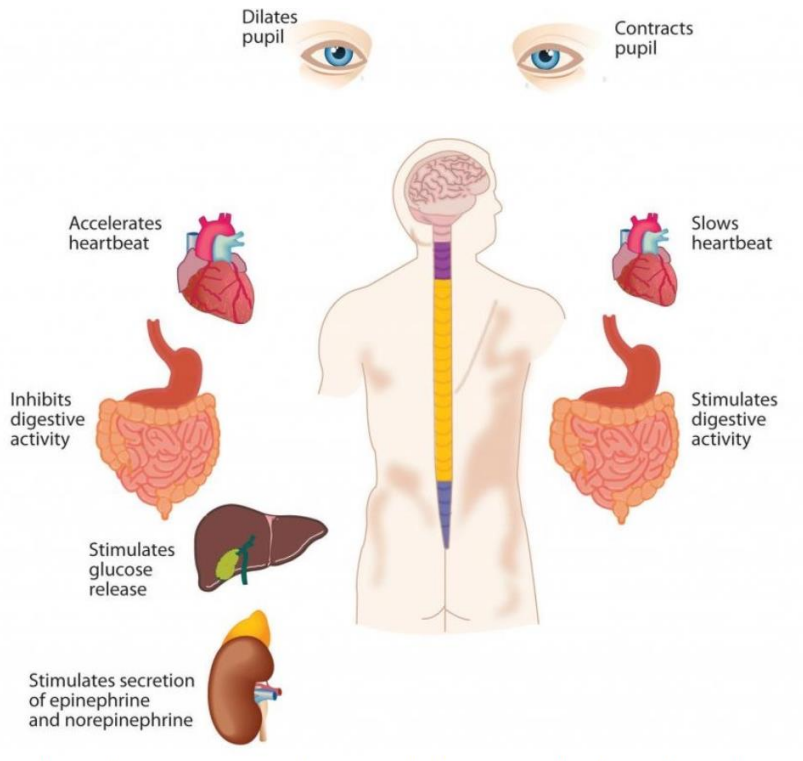


Figura 4.20.9. El Sistema Nervioso Autonómico. El sistema nervioso autónomo tiene dos divisiones: La división simpática actúa para energizar el cuerpo, preparándolo para la acción. La división parasimpática actúa para calmar el cuerpo, permitiendo que descanse.

*** : Los productos químicos del cuerpo ayudan a controlar el comportamiento: el sistema endocrino.**

El sistema nervioso está diseñado para protegernos del peligro a través de su interpretación y reacciones a los estímulos. Pero una función primaria del sistema nervioso simpático y parasimpático es interactuar con el sistema endocrino para provocar químicos que proporcionen otro sistema para influir en nuestros sentimientos y comportamientos.

Una glándula en el sistema endocrino está compuesta por grupos de células que funcionan para secretar hormonas. Una hormona es una

sustancia química que se mueve por todo el cuerpo para ayudar a regular las emociones y comportamientos. Cuando las hormonas liberadas por una glándula llegan a los tejidos receptores u otras glándulas, estos receptores receptores pueden desencadenar la liberación de otras hormonas, resultando en una serie de reacciones químicas complejas en cadena. El sistema endocrino trabaja junto con el sistema nervioso para influir en muchos aspectos del comportamiento humano, incluido el crecimiento, la reproducción y el metabolismo. Y el sistema endocrino juega un papel vital en las emociones. Debido a que las glándulas en hombres y mujeres difieren, las hormonas también ayudan a explicar algunas de las diferencias de comportamiento observadas entre hombres y mujeres. Las glándulas principales del sistema endocrino se muestran en la Figura 4.20.10.

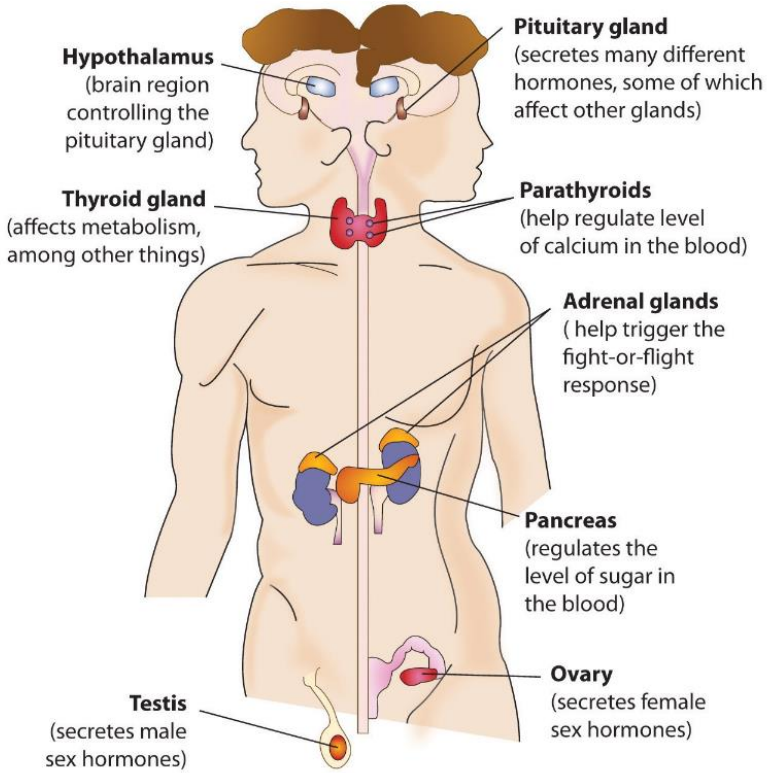


Figura 4.20.11. Glándulas Mayores del Sistema Endocrino. El macho se muestra a la izquierda y la hembra a la derecha.

La glándula pituitaria, una pequeña glándula del tamaño de un chícharo ubicada cerca del centro del cerebro, es la encargada de controlar el crecimiento del cuerpo, pero también tiene muchas otras influencias que la hacen de primordial importancia para regular el comportamiento. La hipófisis secreta hormonas que influyen en nuestras respuestas al dolor, así como hormonas que señalan a los ovarios y testículos para producir hormonas sexuales. La glándula pituitaria también controla la ovulación y el ciclo menstrual en las mujeres. Debido a que la hipófisis tiene una influencia tan importante en otras glándulas, a veces se la conoce como la "glándula maestra".

Otras glándulas en el sistema endocrino incluyen el páncreas, que secreta hormonas diseñadas para mantener al cuerpo abastecido de combustible para producir y mantener reservas de energía; la glándula pineal, ubicada en la mitad del cerebro, que secreta melatonina, una hormona que ayuda a regular la ciclo de vigilia y sueño; y las glándulas tiroides y paratiroides, que se encargan de determinar con qué rapidez el cuerpo utiliza la energía y las hormonas, y controlar la cantidad de calcio en la sangre y los huesos.

El cuerpo tiene dos glándulas suprarrenales triangulares, una encima de cada riñón. Las glándulas suprarrenales producen hormonas que regulan el equilibrio de sal y agua en el cuerpo, y están involucradas en el metabolismo, el sistema inmunológico y el desarrollo y la función sexual. La función más importante de las glándulas suprarrenales es secretar las hormonas epinefrina (también conocida como adrenalina) y norepinefrina (también conocida como noradrenalina) cuando estamos excitados, amenazados o estresados. La epinefrina y la norepinefrina estimulan la división simpática del ANS, provocando un aumento de la actividad cardíaca y pulmonar, dilatación de las pupilas y aumentos en el azúcar en la sangre, lo que le da al cuerpo una oleada de energía para responder a una amenaza. La actividad y papel de las glándulas suprarrenales en respuesta al estrés proporciona un excelente ejemplo de la estrecha relación e interdependencia de los sistemas nervioso y endocrino. Un sistema nervioso de acción rápida es esencial para la activación inmediata de las glándulas suprarrenales, mientras que el sistema endocrino moviliza al cuerpo para la acción.

Las glándulas sexuales masculinas, conocidas como los testículos, secretan una serie de hormonas, la más importante de las cuales es la testosterona, la hormona sexual masculina. La testosterona regula los cambios corporales asociados con el desarrollo sexual, incluyendo el agrandamiento del pene, la profundización de la voz, el crecimiento del vello facial y púbico, y el aumento en el crecimiento muscular y la fuerza. Los ovarios, las glándulas sexuales femeninas, se localizan en la pelvis. Producen óvulos y secretan las hormonas femeninas estrógeno y progesterona. El estrógeno está involucrado en el desarrollo de características sexuales femeninas, incluido el crecimiento de los senos, la acumulación de grasa corporal alrededor de las caderas y los muslos, y el crecimiento acelerado que ocurre durante la pubertad. Tanto el estrógeno como la progesterona también están involucrados en el embarazo y la regulación del ciclo menstrual.

Investigaciones recientes han identificado algunos de los papeles importantes de las hormonas sexuales en el comportamiento social. Dabbs, Hargrove y Heusel (1996) midieron los niveles de testosterona de 240 hombres que eran miembros de 12 fraternidades en dos universidades. También obtuvieron descripciones de las fraternidades de funcionarios universitarios, oficiales de fraternidad, fotografías de anuarios y salas capitulares, y notas de campo de investigadores. Los investigadores correlacionaron los niveles de testosterona y las descripciones de cada fraternidad. Encontraron que las fraternidades con los niveles promedio más altos de testosterona también eran más salvajes e rebeldes, y una de estas fraternidades era conocida en todo el campus por la crudeza de su comportamiento. Por otro lado, las fraternidades con los niveles promedio más bajos de testosterona fueron más bien educadas, amigables y agradables, académicamente exitosas y socialmente responsables. Banks y Dabbs (1996) encontraron que los delincuentes juveniles y los presos que tenían altos niveles de testosterona también actuaron de manera más violenta, y Tremblay et al. (1998) encontraron que la testosterona estaba relacionada con la dureza y los comportamientos de liderazgo en adolescentes varones. Aunque los niveles de testosterona son más altos en los hombres que en las mujeres, la relación entre la testosterona y la agresión no se limita a los varones. Los estudios también han demostrado una relación

positiva entre la testosterona y la agresión y comportamientos relacionados (como la competitividad) en mujeres (Cashdan, 2003).

Hay que tener en cuenta que las relaciones observadas entre los niveles de testosterona y el comportamiento agresivo que se han encontrado en estos estudios no prueban que la testosterona cause agresión, las relaciones son solo correlacionales. De hecho, hay evidencia de que la relación entre la violencia y la testosterona también va en la otra dirección: Jugar un juego agresivo, como el tenis o incluso el ajedrez, aumenta los niveles de testosterona de los ganadores y disminuye los niveles de testosterona de los perdedores (Gladue, Boechler, & McCaul, 1989; Mazur, Booth, & Dabbs, 1992), y tal vez es por eso que los aficionados al fútbol emocionados a veces se motines cuando su equipo gana.

Investigaciones recientes también han comenzado a documentar el papel que las hormonas sexuales femeninas pueden desempeñar en las reacciones a otras. Un estudio sobre las influencias hormonales en el funcionamiento sociocognitivo (Macrae, Alnwick, Milne, & Schloerscheidt, 2002) encontró que las mujeres eran más fáciles de percibir y categorizar los rostros masculinos durante las fases más fértiles de sus ciclos menstruales. Aunque los investigadores no midieron directamente la presencia de hormonas, es probable que las diferencias hormonales específicas de fase influyeran en las percepciones de las mujeres.

En este punto se puede comenzar a ver el importante papel que juegan las hormonas en el comportamiento. Pero las hormonas que hemos revisado en esta sección representan solo un subconjunto de las muchas influencias que las hormonas tienen en nuestros comportamientos. En los capítulos por venir consideraremos los importantes papeles que desempeñan las hormonas en muchos otros comportamientos, incluyendo dormir, actividad sexual, y ayudar y dañar a otros.

+ : **Claves para tener en cuenta.**

El cuerpo utiliza sistemas eléctricos y químicos para crear homeostasis.

El SNC está formado por haces de nervios que transportan mensajes hacia y desde el SNP

El sistema nervioso periférico está compuesto por el sistema nervioso autónomo (SNA) y el sistema nervioso periférico (SNP). El ANS se divide además en el sistema nervioso simpático (activador) y parasimpático (calmante). Estas divisiones son activadas por glándulas y órganos en el sistema endocrino.

Los nervios específicos, incluidas las neuronas sensoriales, las neuronas motoras y las interneuronas, tienen cada uno funciones específicas.

La médula espinal puede pasar por alto el cerebro respondiendo rápidamente usando reflejos.

La glándula pituitaria es una glándula maestra, afectando a muchas otras glándulas.

Las hormonas producidas por la hipófisis y las glándulas suprarrenales regulan el crecimiento, el estrés, las funciones sexuales y el equilibrio químico en el cuerpo.

Las glándulas suprarrenales producen epinefrina y norepinefrina, las hormonas responsables de nuestras reacciones al estrés.

Las hormonas sexuales, la testosterona, el estrógeno y la progesterona, juegan un papel importante en las diferencias de sexo.

*** : Referencias**

Banks, T., & Dabbs, J. M., Jr. (1996). Testosterona salival y cortisol en subcultura urbana delincuente y violenta. Revista de Psicología Social, 136 (1), 49—56.

Cashdan, E. (2003). Hormonas y agresión competitiva en mujeres. Comportamiento Agresivo, 29 (2), 107—115.

Dabbs, J. M., Jr., Hargrove, M. F., & Heusel, C. (1996). Diferencias de testosterona entre fraternidades universitarias: Bien portado vs. Rambunctious. Personalidad y Diferencias Individuales, 20 (2), 157—161.

Gladue, B. A., Boechler, M., & McCaul, K. D. (1989). Respuesta hormonal a la competencia en machos humanos. Comportamiento agresivo, 15 (6), 409—422; Mazur, A., Booth, A., & Dabbs, J. M.

(1992). Competencia de testosterona y ajedrez. Psicología Social Trimestral, 55 (1), 70—77.

Macrae, C. N., Alnwick, K. A., Milne, A. B., & Schloerscheidt, A. M. (2002). Percepción de la persona a través del ciclo menstrual: Influencias hormonales en el funcionamiento sociocognitivo Ciencia Psicológica, 13 (6), 532—536.

Tremblay, R. E., Schaal, B., Boulerice, B., Arseneault, L., Soussignan, R. G., Paquette, D., & Laurent, D. (1998). Testosterona, agresión física, dominio y desarrollo físico en la adolescencia temprana. Revista Internacional de Desarrollo del Comportamiento, 22 (4), 753—777.

This page titled 3.4: Poner todo junto- El sistema nervioso y el sistema endocrino is shared under a CC BY-NC-SA 3.0 license and was authored, remixed, and/or curated by Anonymous via source content that was edited to the style and standards of the LibreTexts platform; a detailed edit history is available upon request.

*** : Reflexiones sobre la memoria y las emociones**

Cuando hablamos de memoria, también tenemos que recordar a nuestros amigos, los fotones y los neutrinos conocidos como diferenciadores de todas estas señales, el cerebro no funciona con un sistema binario como las computadoras, los expertos nos dicen que hay tres reacciones en el hipotálamo, el perforante, la vía de la fibra musgosa y la vía colateral de Schaffer y que amplifica la gama de señales e información contenida en los axones, llevan fotones o neutrinos o no llevan nada, sabiendo que todas las reacciones químicas se deben a ellos.

También es importante señalar que el funcionamiento mecánico del cerebro y del sistema nervioso está íntimamente ligado al consumo de energía y al activador de esta energía que hasta ahora no conocemos, llamémosla energía vital, por ponerle un nombre, porque esta energía es la que establece el impulso inicial para que todo funcione y sigue actuando hasta que la vida acaba con lo que comúnmente llamamos muerte.

Aquí hay que diferenciar entre los tres tipos de respuestas posibles, las involuntarias que pueden responder a un estímulo recibido, las

inconscientes y las conscientes que obligatoriamente necesitan de algo que emita la orden para poder actuar y es allí donde situamos a esa energía o fuerza vital, que sería el factor que se encarga de emitir las ordenes que mantienen nuestro organismo y todo su metabolismo en funcionamiento y las órdenes que son voluntarias o conscientes, que dependen de ese RCLV (Raciocinio Cognitivo Lógico y Voluntario), del que hablábamos antes.

En la investigación realizada tratando de encontrar una descripción detallada del funcionamiento del cerebro, la memoria y la explicación de lo que es el razonamiento, lo que pudimos encontrar se transcribió en este capítulo.

Así, tenemos una idea general del funcionamiento mecánico y lógica del funcionamiento del cerebro, hemos visto los órganos de los sentidos y su importancia como generadores de señales externas que son enviadas al cerebro a través de impulsos eléctricos y químicos.

También quedó claro que las sensaciones son estos signos, pero las percepciones son la forma de interpretarlos, pero para tener una idea clara de cómo funcionan, tenemos que analizar cuidadosamente los conceptos de Temperamento, Carácter y Personalidad, que completan la imagen para tener una idea exacta sobre la percepción de estas señales y poder descifrar emociones y sus efectos con sentimientos y formas de actuar en respuesta a estas emociones.

Encontramos varios temas importantes que demuestran la clara manipulación de la memoria para afectar las emociones, que exploraremos en el próximo capítulo.

Capítulo XXI : Temperamento, Carácter y Personalidad

Ahora veamos los aspectos que influyen en la percepción, es decir, la interpretación de estas sensaciones según los aspectos psíquicos y psicológicos que inciden en su conformación, herencia genética, situación magnética y aprendizaje, que equivale a la educación recibida al inicio de la vida.

Figura 4.21.1. El Temperamento, así somos

*** : Formación del Temperamento**

Cuando escuchamos hablar de temperamento, carácter o de la personalidad, da la impresión de que son la misma cosa. A lo largo de los siglos, la ciencia viene estudiando sus diferencias. Conocerlas es abrir la puerta a un nuevo umbral de conocimiento y entendimiento, propio y ajeno, ya que no todo lo que se manifiesta

nos define; y es en la sutileza de ser donde radican el encanto y las características personales.

*** : Que es el Temperamento**

Partimos del concepto de temperamento: se refiere a la dimensión instintiva y biológica de la personalidad. Es la parte innata de origen magnético y herencia genética: se basa en algunos rasgos de nuestros padres, por lo que el temperamento es difícil de cambiar, es profundamente inherente a nosotros.

Se manifiesta ante el carácter y la personalidad en su conjunto. Por eso se considera que el ambiente interactúa con el temperamento de las personas, lo que da lugar al desarrollo de algunos rasgos que lo caracterizarán.

Como dimensión biológica, tiene sus raíces en la genética y está íntimamente relacionada con el funcionamiento de los sistemas endocrino y nervioso. Por lo tanto, el temperamento está muy influenciado por las hormonas y los neurotransmisores.

Asimismo, aspectos como el estado de alerta cerebral también influyen en el temperamento, aunque en menor medida. Cabe mencionar que tener un temperamento u otro, además de influir en el desarrollo de la personalidad, también genera una predisposición al desarrollo de ciertos rasgos.

Por ejemplo, un temperamento que tiene detrás un sistema nervioso simpático hiperactivo hace que las personas sean más propensas a experimentar síntomas de ansiedad. Asimismo, las personas que tienen niveles crónicamente bajos de activación cortical son más propensas a tener rasgos de extraversión.

Médicos de la antigüedad como el médico griego Hipócrates (460-370 a. C.) y el médico griego Galeno (129-200) distinguían cuatro tipos de temperamentos, considerados como emanación del alma por la interrelación de los diferentes humores del cuerpo:

Sanguíneos, las personas con un humor muy variable.

Melancólicos, personas tristes y soñadoras.

Coléricos, personas cuyo humor se caracterizaba por una voluntad fuerte y unos sentimientos impulsivos, en las que predominaba la bilis amarilla y blanca.

Flemáticos, personas que se demoran en la toma de decisiones, suelen ser apáticas, a veces con mucha sangre fría, en las cuales la flema era el componente predominante de los humores del cuerpo. A esto se suma las teorías del fisiólogo ruso Iván Pávlov (1849-1936), quien enunció que las características del temperamento están dadas por el sistema nervioso que a su vez tiene tres características: fuerza, equilibrio y velocidad de correlación; de ahí que la combinación de estas características dan origen a los tipos de sistema nervioso que caracterizan a cada temperamento: sistema nervioso rápido y equilibrado (sanguíneo), sistema nervioso lento y equilibrado (flemático), sistema nervioso débil (melancólico) y sistema nervioso fuerte, rápido y desequilibrado (colérico).

Según la clasificación de Hipócrates existen cuatro tipos de temperamentos según la predominancia de uno de los cuatro humores dentro de la psicología:

+ : **Temperamento Sanguíneo**

Este temperamento está basado en un tipo de sistema nervioso rápido y equilibrado que se caracteriza por poseer una alta sensibilidad, un bajo nivel de actividad y fijación de la concentración y una moderada reactividad al medio; es característico del sistema nervioso una moderada correlación de la actividad a la reactividad; es extrovertido y manifiesta alta flexibilidad a los cambios de ambiente.

- : Características del temperamento sanguíneo

- Se trata de una persona cálida, campante, vivaz y que disfruta de la vida siempre que se pueda.
- Es receptiva por naturaleza, las impresiones externas encuentran fácil entrada en su interior en donde provocan un alud de respuestas.
- Tiende a tomar decisiones basándose en los sentimientos más que en la reflexión.
- Es tan comunicativo que es considerado un extrovertido.

- Tiene una capacidad insólita para disfrutar y por lo general contagia a los demás su espíritu que es amante de la diversión.
- Este tipo de personas por lo general, hablan antes de pensar, son extrovertidas, muy activas e intuitivas.

+ : **Temperamento flemático**

Basado en un tipo de sistema nervioso lento y equilibrado que se caracteriza por tener una baja sensibilidad. pero una alta actividad y concentración de la atención; es característico de su sistema nervioso una baja reactividad a los estímulos del medio, y una lenta correlación de la actividad a la reactividad, es introvertido y posee baja flexibilidad a los cambios de ambiente.

Es tranquilo, nunca pierde la compostura y casi nunca se enfada. Por su equilibrio, es el más agradable de todos los temperamentos. Trata de no involucrarse demasiado en las actividades de los demás. Por lo general suele ser una persona apática, además de tener una buena elocuencia. No busca ser un líder, sin embargo, puede llegar a ser uno muy capaz.

- : Características del temperamento flemático

- Es un individuo calmado, tranquilo, que nunca se descompone y que tiene un punto de ebullición tan elevado que casi nunca se enfada.
- Son personas serias, impasibles y altamente racionales.
- Son calculadores y analíticos.
- Generalmente, es el temperamento de personas muy capaces y equilibradas.
- Es el tipo de persona más fácil de tratar y es por esa naturaleza el más agradable de los temperamentos.
- El flemático es frío y se toma su tiempo para la toma de decisiones.
- Prefiere vivir una existencia feliz, placentera y sin estridencias hasta el punto que llega a involucrarse en la vida lo menos que puede.

+ : **Temperamento melancólico**

Está basado en un tipo de sistema nervioso débil, posee una muy alta sensibilidad, un alto nivel de actividad y concentración de la atención, así como una baja reactividad ante los estímulos del miedo, y una baja correlación de la actividad a la reactividad; es introvertido y lo caracteriza una baja flexibilidad a los cambios en el ambiente.

Es abnegado, perfeccionista y analítico. Es muy sensible emocionalmente. Es propenso a ser introvertido, sin embargo, puede actuar de forma extrovertida. No se lanza a conocer gente, sino deja que la gente venga a él. Sus tendencias perfeccionistas y su conciencia hacen que sea muy fiable, pues no le permiten abandonar a alguien cuando están contando con él. Además de todo, posee un gran carácter que le ayuda a terminar lo que comienza. Pero es difícil convencerlo de iniciar algún proyecto, debido a que siempre está considerando todos los pros y contras en cualquier situación.

- : Características del temperamento melancólico

- El melancólico es el más rico y complejo de todos los temperamentos.
- Suele producir tipos analíticos, abnegados, dotados y perfeccionistas.
- Es de una naturaleza emocional muy sensible, predispuesto a veces a la depresión.
- Es el que consigue más disfrute de las artes.
- Es propenso a la introversión, pero debido al predominio de sus sentimientos, puede adquirir toda una variedad de talentos.
- Tiene cambios emocionales muy bruscos y se puede decir que hacerlo enojar es fácil.
- No le gusta que lo interrumpan cuando se concentra en algo que es importante para él.

+ : **Temperamento Colérico**

Está basado en un tipo de sistema nervioso rápido y desequilibrado, posee baja sensibilidad y un nivel alto de actividad y concentración de la atención, aunque tiene alta reactividad a los estímulos del medio y una muy alta correlación, también es flexible a los cambios de ambiente. Cuando se le describe o dice algo que le fastidia o

desagrada, trata de callar de forma violenta a las personas que se lo dicen. Es rápido, muy activo, práctico en sus decisiones, auto suficiente y sobre todo independiente. Es extrovertido, pero no tanto como la persona de temperamento sanguíneo. Se fija metas y objetivos. Es muy ambicioso. Valora rápida e intuitivamente y reconoce los posibles tropiezos y obstáculos que puede encontrar en el camino si busca lograr una meta.

- : Características del temperamento colérico

- Es caluroso, rápido, activo, práctico, voluntarioso, auto suficiente y muy independiente.
- Tiende a ser decidido y de firmes opiniones, tanto para sí mismo como para otras personas, y tiende a tratar de imponerlas.
- Es extrovertido, no hasta el punto del sanguíneo.
- Generalmente, prefiere la actividad.
- No necesita ser estimulado por su ambiente, sino que más bien lo estimula él con sus inalcanzables ideas, planes, metas.
- Tiende a fijarse metas muy altas, porque considera que es capaz, pero no siempre las cumple, no por falta de capacidad sino de tiempo o porque pierde el interés.
- Dominante y hasta manipulador para alcanzar su objetivo.
- Tiende a ser manipulador, pero también es muy intolerante.
- Siempre busca realizar todo lo que desea.

+ : **Características del temperamento biotemperamental o naturalista**

Muchos de los investigadores mostraron un interés sobre un nuevo temperamento, que denominaron biotemperamental o naturalista, que se desarrolla a la vez que crece la persona y se desarrolla en el medio social.

- Afinidad por sus habilidades.
- Comparte sus atributos con los demás.

+ : **Temperamentos combinados**

A partir del hecho de que ninguna persona posee únicamente un temperamento en su personalidad, se desarrollaron, como

complemento de la clasificación de los cuatro temperamentos, las combinaciones de estos, donde uno de los temperamentos es el dominante y otro (u otros) es/son secundario(s); por ejemplo, se dice de la persona con temperamento COL-MEL cuando el temperamento COL es el dominante y el MEL es el suplementario. Por consiguiente, se tienen las distintas combinaciones, MEL-COL, FLEM-SAN, FLEM, etc.

*** : Temperamento en psicología**

En psicología, se le llama temperamento a la parte de la personalidad cuyo origen se asienta en la herencia genética. Por contraposición, se le llama carácter a la parte de la personalidad que se genera durante la vida de la persona, su experiencia y la cultura.

En realidad, puede decirse que se nace con un temperamento dado o con una predisposición a ciertos rasgos de personalidad, pero estos están fuertemente condicionados por el medio (la experiencia vital de la persona, la cual va modificando y permitiendo el desarrollo de la personalidad o habilidades para desenvolverse con coherencia). Aquí subyace el concepto fenotipo.

Ejemplos de rasgos temperamentales de la personalidad son: ansiedad rasgo y extraversión, los cuales acumulan hoy en día bastante evidencia científica desde la psicobiología y otros estudios correlacionales (el [modelo de los cinco grandes]).

El temperamento puede afectar la vida de alguien, por ejemplo, al experimentar eventos más estresantes.

*** : La fuerza magnética y el temperamento**

De donde provienen los temperamentos aún permanece en calidad de “hipótesis”, casi todos aceptan que el temperamento tiene una base genética y pero muchos también le atribuyen una esencia magnética y esotérica por involucrar a la astrología en el tema, sin embargo, esto ha sido difícil. verificar directamente por la vía esotérica, pero como en la naturaleza todo es energía y la presencia de esta energía magnética es evidente, se puede, por regla general, decir y aceptar que parte del temperamento está determinado por la genética y la fuerza magnética del momento del nacimiento, concepción, mientras que a partir de ellos se va formando el

carácter, asimilando las vivencias proporcionadas por el entorno familiar en la infancia y la adolescencia.

+ : **La influencia magnética en la hora de la concepción**

El comportamiento humano es moldeado de acuerdo con el momento de la anfimixis, nuestra herencia genética y la energía vital propia de cada individuo, comparte también las consecuencias de la posición de la tierra respecto al sol, la luna y los demás planetas de nuestro sistema solar en el momento de la concepción (Amfimixia).

Figura 4.21.2. El calendario zodiacal

Mucho más allá de los campos psicológicos, la astrología en su concepción comercial, también tiene sus formas de relacionar los elementos naturales con el comportamiento y las condiciones de salud de sus pacientes. Además de determinar el sol, la luna y los signos ascendentes, otros factores son capaces de romper la personalidad de una persona, simplemente proporcionando datos como la hora exacta y el lugar de (nacimiento) la concepción. Entre los descubrimientos, el temperamento de los signos es una información que puede llenarse de sorpresas.

Extraído de: https_// KryonEspanol.com

En astronomía, el equinoccio se define como el instante en que el Sol, en su órbita aparente (visto desde la Tierra), cruza el ecuador

celeste (la línea del ecuador terrestre proyectada sobre la esfera celeste).

En el marco de referencia de la Tierra, el Sol se mueve durante todo el año sobre la Eclíptica, que se extiende sobre las trece constelaciones que componen el Zodíaco, incluida la constelación de Ofiuco. Entre el plano de la eclíptica y el plano ecuatorial celeste hay un ángulo esférico de aproximadamente 23,5 grados, y estos planos se cortan definiendo una línea recta. Esta línea corta la esfera celeste en dos puntos. En una definición equivalente, el equinoccio corresponde al momento en que el Sol, en su trayectoria a lo largo del Zodíaco, se encuentra sobre uno de los puntos definidos por la intersección entre el plano de la eclíptica, el plano ecuatorial terrestre y la esfera celeste.

El equinoccio ocurre dos veces al año, en marzo y en septiembre. En el equinoccio, ambos hemisferios de la tierra están igualmente iluminados por el Sol.

El punto en el cielo que ocupa el Sol en el equinoccio de marzo define el punto vernal. Debido a la precesión de los equinoccios, la ubicación del punto vernal a lo largo de los milenios no es fija. Actualmente estamos en la era de Piscis; es decir, hoy en día el punto primaveral se ubica en la constelación de Piscis. En el equinoccio de septiembre el Sol se encuentra en la constelación de Virgo.

- : Equinoccio

La palabra equinoccio proviene del latín aequus (igual) y nox (noche), y significa "noches iguales", ocasiones en que el día y la noche duran el mismo tiempo. A la hora de medir la duración del día, se considera salida del sol el momento en el que la mitad del círculo solar se encuentra por encima del horizonte, y puesta del sol (crepúsculo o atardecer) el momento en el que la mitad del círculo solar se encuentra por debajo del horizonte. Con esta definición, el día y la noche durante los equinoccios tienen la misma duración de 12 horas.

Los equinoccios ocurren en los meses de marzo y septiembre, cuando cambian las estaciones. En marzo, el equinoccio marca el comienzo de la primavera en el hemisferio norte y el otoño en el hemisferio sur. En septiembre ocurre lo contrario, cuando el

equinoccio marca el comienzo del otoño en el hemisferio norte y la primavera en el hemisferio sur.

Las fechas de los equinoccios varían de un año a otro, debido a que los años tropicales (el período entre dos equinoccios de marzo) no tienen exactamente 365 días, lo que hace que la hora precisa del equinoccio varíe durante un período de dieciocho horas, lo que no necesariamente ajuste el mismo día. El año tropical tiene poco menos de 365 días y 6 horas. Entonces, en un año ordinario, que tiene 365 días y, por lo tanto, es más corto, el tiempo del equinoccio es unas seis horas más tarde que en el año anterior. A lo largo de cada secuencia común de tres años, las fechas tienden a avanzar un poco menos de seis horas cada año. Entre un año común y el año bisiesto siguiente hay un aparente retraso, debido a la intercalación del 29 de febrero. También se comprueba que cada ciclo de cuatro años los equinoccios tienden a retrasarse. Esto implica que, en el transcurso del mismo siglo, las fechas de los equinoccios tienden a ocurrir cada vez más temprano. Así, en el siglo XXI solo hubo dos años en los que el equinoccio de marzo ocurrió el día 21 (2003 y 2007); en los demás, el equinoccio se ha producido el 20 de marzo. Se pronostica que, a partir de 2044, habrá años en los que el equinoccio ocurra el día 19. Esta tendencia solo desaparecerá a finales de siglo, cuando haya una secuencia de siete años comunes consecutivos (2097 a 2103), en lugar de los tres habituales.

Debido a la órbita de la Tierra, las fechas en que ocurren los equinoccios no dividen el año en un número igual de días. Esto se debe a que cuando la Tierra está más cerca del Sol (perihelio) viaja más rápido que cuando está más lejos (afelio).

En varias culturas nórdicas ancestrales, el equinoccio de primavera se celebraba con celebraciones que dieron origen a varias costumbres hoy relacionadas con la Pascua en la religión cristiana.

- : **Solsticio**

Los Trópicos de Cáncer y Capricornio se definen en términos de los solsticios. En el solsticio de verano del hemisferio sur, los rayos del sol caen perpendiculares a la superficie de la Tierra en el Trópico de Capricornio. En el solsticio de verano del hemisferio norte, el mismo fenómeno ocurre en el Trópico de Cáncer.

En varias culturas ancestrales alrededor del globo, el solsticio de invierno se celebraba con celebraciones que dieron origen a diversas costumbres hoy relacionadas con la Navidad en las religiones cristianas. El solsticio de invierno, el día más corto del año, a partir del cual la duración del día comienza a crecer, simbolizaba el comienzo de la victoria de la luz sobre las tinieblas. Las fiestas en las mitologías persa e hindú veneraban a las deidades de Mithra como símbolo del "Sol Victor", marcado por el solsticio de invierno. La cultura del Imperio Romano incorporó la conmemoración de esta deidad a través del Sol Invictus. Con el debilitamiento de las religiones paganas, la fecha en que se celebraban las fiestas del “Sol Vencedor” pasó a venerar la Navidad, en una apropiación destinada a incorporar las festividades de innumerables comunidades. recién convertido al cristianismo.

El solsticio de verano (midsummer) en el hemisferio norte se celebra en varios lugares, especialmente en los países del norte de Europa: Suecia, Dinamarca, Noruega, Finlandia, Estonia, Letonia y Lituania. El solsticio de verano también se celebra en Inglaterra, especialmente en Penzance, en la región de Cornualles, donde tiene lugar el Festival Gollowan, y en Stonehenge, cuando el sol sale exactamente sobre la piedra principal del monumento. El día del solsticio, Stonehenge permanece abierto durante toda la noche y un gran número de personas celebran allí el solsticio de verano.

En el ecuador, la duración de los días se fija a lo largo de las estaciones, con 12 horas de luz y 12 horas de noche (ver cálculo de la duración del día para 0° de latitud). Así, los solsticios en esta línea no pueden obtenerse a través de días o noches más largas. Somente podem ser observados através do dia em que o Sol atinge a menor elevação no meio-dia local, podendo o azimute dessa elevação do Sol estar orientado para o norte (solstício de verão no hemisfério norte) ou para o sul (solstício de verão no hemisferio sur). En el ecuador no hay forma de saber si un solsticio es de verano o de invierno, ya que marcan la separación de los hemisferios norte y sur de la Tierra.

En la línea de los Trópicos de Cáncer y Capricornio, los solsticios de verano de cada hemisferio de la Tierra coinciden con el único día del año en que los rayos del sol son perpendiculares.

En la línea de los círculos árticos y antárticos, los solsticios marcan el único día del año en que el día o la noche duran 24 horas ininterrumpidas considerando la estación del año: verano o invierno, respectivamente.

+ : **¿Cuáles son los temperamentos por el momento de la concepción?}**

Para poder analizar individualmente las características psicofísicas del individuo, es necesario consultar la posición de su signo ascendente (el que brillaba en el cielo en el momento de su nacimiento). Luego de una consulta astral sobre todas las influencias de la Casa 1, también se analizan el Sol (su regente) y la Luna (más fuerte en el caso de las mujeres).

Figura 4.21.3. Los temperamentos y el zodíaco

Aunque parezca una información simple, la definición de temperamentos de manera precisa suele ser realizada por profesionales, capacitados para realizar cálculos astrológicos. El temperamento de signos consiste en el tejido primordial de todo el comportamiento del individuo, considerando las reacciones del cuerpo ante situaciones buenas o malas. Esta característica tiende a enfriarse con el tiempo.

Independientemente del cálculo, solo hay 4 temperamentos posibles: Bilioso, Melancólico, Sanguino y Linfático. Vea cuáles son las características de cada uno de ellos a continuación.

- : **Bilioso (cuerpo / sangre vital o etérico)**

También llamado colérico, este temperamento depende de los signos de fuego (Aries, Leo y Sagitario), así como del planeta Marte y del astro-rey Sol. Está presente en una sangre que pulsa vigorosamente, robusta y llena de energía. Ante situaciones complicadas, actúan por impulso y en exceso.

Incluso en un mundo abierto, se impone a cualquier circunstancia. Sin embargo, puede sentirse angustiado muchas veces, ya que a menudo no puede expresarse correctamente, ya que su mente trabaja a un ritmo rápido o incluso contrario a lo ordinario. Esta dificultad puede volverlos melancólicos y deprimidos.

Le gustan los desafíos y se cansa de todo lo que es demasiado fácil: necesita domesticar, provocar. Resisten muy bien las provocaciones, siempre que no se prolonguen por mucho tiempo. La mecha es corta y pueden explotar y causar mucho daño.

Sus características físicas suelen involucrar a personas con pecho y abdomen anchos, cabello oscuro, ojos grandes y brillantes, piel oscura u olivácea, fácil desarrollo muscular, extremidades largas, cara rectangular, delgada, buena con un tenedor y un metabolismo rápido. Por lo general, disfrutan del ejercicio y tienen una gran necesidad de azúcar.

Un temperamento de acción, que está predispuesto a enfermedades inflamatorias y biliares. Puede hacerlo bien en profesiones políticas o militares.

Energía: caliente y seca (expansión e individualización)

- : **Melancólico (cuerpo físico)**

Dependiente de los signos de tierra (Tauro, Virgo y Capricornio), el temperamento también llamado Nervioso también necesita los planetas Mercurio, Urano y Saturno. Las personas melancólicas tienen mucha energía, pero apenas se emocionan por lograr algo.

Llevan sus vidas de forma lenta, sienten mucha angustia interna y actúan con prisa.

Para que reaccionen, es necesario estimularlos durante un período prolongado y con cierta intensidad. Sus respuestas tienden a ser lentas y complejas. Por otro lado, las melancolías tienen un don para el pragmatismo y la perseverancia.

Sus cuerpos tienden a ser delgados, sin embargo, caminan con la cabeza gacha y el rostro triste. Sus dientes son pequeños, con una mandíbula estrecha. Suelen ser muy delgados y de poco apetito, además de ser muy exigentes con la calidad de la comida. Desarrollan músculos con dificultad, tienen dedos delgados y hablan con gestos.

Está predispuesto a padecer trastornos nerviosos, además de frigidez, depresión, artritis y tendencias crónicas. Positivamente, son muy inteligentes y pueden decodificar e interpretar fácilmente lenguajes no verbales. Puede tener aptitud para profesiones científicas, intuitivas y comerciales. Este es un temperamento pensante.

Energía: fría y seca (contracción e individualización).

- : **Sangre (cuerpo mental / sistema nervioso)**

Depende de los signos de aire (Géminis, Libra y Acuario) así como del planeta Júpiter en particular. Ante provocaciones o discusiones, responden con rapidez, pero de manera débil y a corto plazo. A pesar de esto, este temperamento tiene una enorme capacidad comunicativa. De interés efímero, casi nunca se centran en una cosa durante mucho tiempo.

Su interior tiende a exteriorizarse, lo que hace que estas personas sean muy hermosas. Tienen poca energía, pero se emocionan fácilmente. Son altos, de estructura amplia y flexible y suelen tener el pelo castaño. A pesar de su físico, no son muy aficionados a las actividades físicas, prefiriendo las al aire libre.

Comen mucho y les gusta dormir. Sus cuerpos son propensos a la obesidad, con predisposición a enfermedades hepáticas y accidentes cerebrovasculares. El aire es un elemento y alimento que aporta a este temperamento una amplia ventilación pulmonar. Están

capacitados profesionalmente para actividades intelectuales e industriales. Este es un temperamento de acción.

Energía: caliente y húmeda (expansión y unión)

- : **Linfático (cuerpo emocional / sistema glandular)**

También llamado flemático, depende de los signos de agua (Cáncer, Escorpio y Piscis), así como de nuestro satélite natural, la Luna, así como de Venus y Neptuno. Este es un temperamento que tarda mucho en reaccionar ante una situación, pero cuando lo hace, es fuerte y su efecto dura mucho tiempo.

Como beneficios de este temperamento tenemos mucha prudencia, empatía y talento para las artes. Por otro lado, son muy dependientes emocionalmente, lo que lo convierte en una desventaja.

Suelen pasar la vida en busca de su vida interior, exteriorizando una mirada tenue, casi incolora, donde su rostro casi inmóvil muestra frecuente desinterés. Con poca energía o excitabilidad, suelen caracterizarse por personas de tipo físico bajo, piel blanca, labios carnosos y piel fría y húmeda, con tendencia a la flacidez.

Sus gestos son lentos, al igual que su andar. Les gusta comer alimentos pesados e indigestos para la mayoría de las personas. Como resultado, tienen trastornos digestivos, náuseas, vómitos, eczema y baja inmunidad. También pueden ocurrir problemas reproductivos y genitales.

Para revertir los problemas, debe esforzarse por ocuparse de la mayor cantidad posible de cosas que no le interesan. Si no, el flemático acaba viviendo simplemente resignado a su destino.

Suelen tener una tasa baja de glóbulos rojos en la sangre, así como una tendencia a acumular líquido en el cuerpo. En cuanto a su carrera, puede destacar en aspectos artísticos, ya sean plásticos, contemplativos o emocionales. Este es un temperamento de sentimientos y sensaciones.

*** : El ADN es cuántico.**

Extractado de http://astroayuda.org/kryon.htm

El ADN cuántico no funciona en forma lineal. Por lo tanto, no pueden encasillarlo en su función. Esto es lo que quiero decir: Dentro de las máquinas más complejas del planeta, algunas que tal vez tengan decenas de miles de partes, las partes siempre hacen lo mismo. Pueden tener algo mil veces más complicado que un buen reloj, pero los resortes y engranajes son siempre resortes y engranajes. Hacen lo mismo una y otra vez en una forma compleja.

Sus aparatos electrónicos más sofisticados hacen lo mismo. Proporcionan millones de procesos idénticos una y otra vez, y las trayectorias del electrón siempre hacen los mismos cambios… un proceso singular hecho rápidamente con complejidad lineal. No así el ADN. Éste no es una máquina.

Tienen que empezar a considerar el ADN como algo totalmente y completamente interactivo consigo mismo. Cuando una parte cambia, la parte que está a su lado también cambia. No se puede identificar un propósito exclusivo para una parte específica del ADN que siempre haga lo mismo. Piensen en ese complejo reloj que hemos mencionado. ¿Qué tal si fuera inter dimensional, y el resorte de repente se convirtiera en un engranaje, y el engranaje pudiera cambiar de forma y tamaño según haga falta? Consideren esto - una parte que ya no se necesita, simplemente desaparece, y si se necesita algo que no está allí, ¡aparece! Eso sería en verdad complejo, ¿no es cierto? Además, ese reloj cuántico decide por sí mismo cambiar el horario con el que fue diseñado para funcionar. ¿Les parece extraño? Así es el ADN cuántico.

En un estado cuántico, no existe el tiempo. En un estado cuántico, no hay ningún lugar real en el que exista algo. Porque la mecánica cuántica establece que cualquier materia, si quieren llamarla así, o cualquier energía, si quieren llamarla así, está unida en todas partes, todas como una sola. ¡Imaginen algo tan complejo! Ahora imaginen que aparece duplicado cientos de millones de veces en su cuerpo.

+ : La Rejilla Electromagnética

El sistema de la rejilla de la Tierra tiene un propósito específico. Está perfectamente sincronizada y existe por una sola razón: la configuración humana. Aunque puedan pensar que es un atributo geológico de la física del planeta, es más que eso. ¡Es un sistema de comunicación del ADN! En 1989 se inició un desplazamiento de la

rejilla magnética dentro de su marco de tiempo. La Intención en muchos seres humanos de crear una nueva realidad en la Tierra demandó que se cambiase la maquinaria del magnetismo para permitirles superarse.

Permítanme hablarles de la rejilla. En 4D (dimensionalidad humana), ustedes dijeron que tienen dos filamentos de ADN (rizos o toroides). Es así. Los que les digan que tienen 12 les están dando una descripción en 4D de un acertijo multidimensional. En verdad, sólo hay dos filamentos biológicos. Todo el resto, los diez que no se mencionan y no se describen y no son visibles en 4D, están en capas con los dos que pueden ver. No son filamentos o rizos o toroides adicionales. Se hallan sobre los biológicos, muchas de ellos se interrelacionan biológicamente con los filamentos que pueden ver. De modo que realmente hay dos filamentos con otros diez aspectos inter dimensionales sobre ellos. Así es como llegan a 12. ¿Lo ven? Hay diez que no pueden ver y dos, que sí.

Déjenme hablarles de su ADN. ¡Es magnético y por lo tanto, reacciona con la rejilla! En cuanto al magnetismo, la gravedad, el tiempo y la ubicación de la materia: aquí hay un acertijo que nunca fue develado. Nunca podría hacerse, con su viejo paradigma de 4D. ¡Ahora, repentinamente en esta nueva energía, sus científicos comienzan a comprender que hay por lo menos 11 dimensiones en el corazón de cada átomo de material, (Les hemos dicho que hay 12) ¡ Y repentinamente ustedes están comenzando a comprender que hasta el tiempo es variable. Más adelante, también se reconocerá que el desplazamiento de la materia de un área a otra también es parte de esta ecuación. Hay una fórmula específica cuyos atributos son la gravedad, el magnetismo, el tiempo y la ubicación de la materia. Todos ellos vienen juntos en una gran danza que será la "veta principal" de la física cuando se los descubra y comprenda. Se les traerá esa información cuando esté lista, pero por ahora, déjenme hablarles del "patrón" de cómo funciona esto para su ADN.

Recordemos que en el núcleo del átomo se consideraban 2 componentes básicos, Protones y Neutrones, pero en el estudio que adelantamos, encontramos que cada protón tiene 3 Quarks y su Pion con 2 Quarks cargados con energía positiva y el Neutrón son 3 Quarks y su Pion con 2 Quarks con energía neutra, eso quiere decir que son 10 Quarks, todos ellos con un componente de masa que junto con el

Protón y el Neutrón acumulan las energías y las masas en forma de fuerza débil y fuerza fuerte, también dependientes de esa energía magnética.

+ : **ADN – Energía Astrológica**

A medida que el sistema solar se traslada, crea distintos atributos gravitatorios y verdaderos patrones entre las partes. Cada planeta ubicado alrededor del sol gira independientemente en su curso, y durante cada minuto independiente de tiempo, este escenario gravitatorio crea una configuración diferente del magnetismo y la gravedad dentro de la influencia de su sol. En el marco de tiempo que ustedes eligieron –el que, dicho sea de paso, cambió muchísimo en los últimos dos años- hay un patrón que se le envía al sol que está en el centro de las órbitas, y por lo tanto, al fulcro de la fuente gravitatoria.

El patrón magnético/gravitatorio desarrollado a través de los movimientos de los planetas (incluyendo a la Tierra, y también a todas las lunas de los planetas, incluso la suya propia) es enviado a la Tierra por medio del viento solar – la energía que siempre está pasando del sol a la Tierra. El viento solar la reparte en la rejilla, porque ambos son magnéticos, y la información es transferida dentro de la influencia del campo del viento y el de la rejilla. ¡Por lo tanto, el patrón de la rejilla cambia a diario! Es interesante notar que la rejilla magnética de la Tierra es en realidad un producto de la física de la Tierra, pero para ustedes su propósito es el de un sistema de comunicaciones para el ADN humano. Aquí hay otro ejemplo de cómo la tierra física está viva y coopera con la Humanidad.

Uno de los atributos de lo que está impreso en su ADN al nacer es la ciencia más antigua de la Tierra, a la que ustedes llaman astrología. Acabamos de brindarles una ciencia que explica la astrología. Es una ciencia que no se comprende o conoce plenamente, pero es ciencia. Cuando se conozca la fórmula física de la “veta principal” acerca de; magnetismo, la gravedad, el tiempo, y la ubicación de la materia, eso explicará la astrología.

Mientras tanto, ustedes vienen al planeta, e impreso sobre su ADN –en una de las capas inter dimensionales se halla esta información astrológica, el patrón del magnetismo y la gravedad del sistema solar cuando nacieron ustedes. El nombre de ese patrón, que ustedes

dieron en términos astrológicos, establece una estructura, un tipo de personalidad, un modo de reaccionar al causa y efecto humano. Como saben, es una estructura magnética / biológica que continúa a través de su vida, ocasionando que ustedes reaccionen al sistema solar que la creó, así como otros en la Tierra, de modos específicos y predecibles.

+ : **Astrología, Fisica y Ciencia**
Extraído SIC de: https_// KryonEspanol.com

En el centro de su sistema solar está su sol. Cada segundo del día, a su sol se le ajusta magnéticamente mediante gravedad. No pueden separar la gravedad del magnetismo, porque en ciencia son dos gemelos del mismo atributo, aún debe comprender como se relacionan entre sí. También la luz está involucrada, porque también es ínter dimensional. Cuando algo en su realidad puede demostrar que está en dos lugares al mismo tiempo, tiene que ser quantum (atributos ínter dimensionales) y la luz forma parte de esa categoría con el magnetismo y la gravedad. El magnetismo, la gravedad y la luz son los misterios de su realidad. No entienden con exactitud ninguno de estos tres atributos. Más bien, simplemente los utilizan. Saben lo que hacen, pero no tienen idea de lo que son. El tiempo es el otro atributo, pero es resultado de los primeros tres, y no una energía por sí misma.

Por lo tanto, su sol está ahí, colocado con los planetas empujando y jalando hacia él a medida que se mueven a su alrededor. Imaginen la fuerza con la que jala el sol a todos sus planetas en las diferentes alineaciones por las que pasa. Imagine por un momento que puede ver la gravedad y las increíbles fuerzas de gravedad a las que están sometidos los planetas mientras son jalados hacia el centro del sol. Esto crea un patrón que cambia constantemente sus condiciones, ¿no es así? Por lo que se configura todos los días todo el tiempo, en cada momento.

Este patrón es una configuración ínter dimensional del sol. Por lo tanto, ustedes pueden decir que el patrón del quantum del sol es diferente en todo momento, dependiendo de donde están los planetas. Están en lo correcto. ¡Piensen en lo que hacen al sol estos atributos de jalar y empujar cuando los planetas se alinean en una hilera! Piensen en lo que sucede cuando pasa lo que llaman

movimiento retrógrado de un planeta (apariencia de movimiento hacia atrás en las orbitas cuando se observan desde otra plataforma en órbita). Ahí tenemos un patrón constantemente cambiante en el sol que es ínter dimensional, que es magnético, y que incluso afecta al tiempo.

¿Qué saben del sol además del hecho de que está enviando luz y calor? El sol todo el tiempo está enviando a la tierra algo a lo que le llama viento solar. Es un flujo continuo de partículas cargadas (¡magnéticas!). Esta es la información de la configuración del sol que se entregó a la rejilla magnética de esta tierra. Y si lo dudan, vayan y miren la aurora boreal. Ese es el nombre que se le da al espectáculo de luz del viento solar cuando golpea la rejilla magnética del planeta, creando inductancia por sí mismo, entregándoles la información de la configuración de su sol.

Cuando la configuración llega a la rejilla del planeta, esa se transmite después mediante inductancia adicional a su ADN en el momento de su nacimiento (concepción). Cuando nacen es cuando la reciben, ya que es cuando realizan su primera inhalación de aire, su primera interacción con su medio como una vida independiente. Acuario, Piscis, Cáncer –reciben una configuración del sol. Y la configuración es un reflejo de la alineación de los planetas en el momento de su nacimiento. Esta configuración se conserva en su ADN como una fuerza de vida de la que hablamos ayer cuando hablamos sobre el caos aparente de la energía en una arena ínter dimensional. Les afecta, y de ahí en adelante, son susceptibles a la energía de esos patrones cuando se alinean en su sistema solar. A esto se le llama astrología. Es una de las ciencias más antiguas en el planeta y es intuitiva (parte de su consciencia de “Conocimiento “).

Hay quienes dicen, “No lo creo”. Les acabamos de dar la información de que son susceptibles a la configuración de la mecánica orbital ínter dimensional y hay quienes dicen, “Yo todavía no lo creo”. Perfecto, les voy a hacer una pregunta, ¿Cómo explican el síndrome de la luna llena? La luna es el cuerpo más grande que órbita alrededor de la tierra, y sigue la configuración del sol, pero tiene una mayor influencia de la configuración de su rejilla con su atracción gravitacional. (La gravedad está relacionada con el magnetismo). ¿Por qué las fuerzas policíacas de todo el mundo deciden brindar

ayuda extra cuando hay luna llena? Hay quienes dicen, “Bueno, eso es fácil.

Mira, hay más luz y se pueden realizar más delitos”. No. Esto no se relaciona con la luz, ni con la órbita de la luna, ya que incluso los delitos se realizan en una noche nublada con luna llena. Pregunten en los hospitales, porque también durante estos días están más ocupados, atendiendo todos los accidentes y enfrentamientos entre Humanos. Ellos saben que las noches con luna llena son momentos difíciles. Ahora, se los explico… y la única forma es a través de la astrología. La astrología es una influencia importante en la conducta Humana, y es ciencia y abarca al ADN y al pensamiento humano. ¿Se pueden imaginar lo que esto puede ayudar a la humanidad cuando finalmente lo entienda? Ustedes son susceptibles al movimiento de los planetas. Están vivos al igual que Gaia. Son parte del sistema. ¿Cómo pueden negar algo así? Eso es ciencia.

*** : Pero ¿qué es un horóscopo?**

Es una carta o gráfico del cielo en el que figuran las posiciones de los planetas y las casas zodiacales para una fecha, hora y lugar de nacimiento (concepción). Decir horóscopo es lo mismo que decir carta astral (gráfico de los astros). Hay varios tipos de CARTA ASTRAL, los cuales son usados por los astrólogos para hacer sus estudios. La carta astral básica y fundamental es la llamada CARTA NATAL o carta astral de nacimiento (recordar la anfimixis).

Esta consiste en un gráfico del cielo para el momento y lugar exactos en que nació la persona.

Si no se conoce la hora de nacimiento con exactitud se puede hacer la carta natal con una hora aproximada, pero en ese caso debe tener en cuenta que toda la información referente al Ascendente y Casas será poco fiable, ya que estos factores dependen por completo de la hora usada al calcular la Carta Astral.

Si ni siquiera se sabe la hora aproximada, ponga 12 PM en la hora de cálculo e ignore toda la información referente al Ascendente y Casas al leer la interpretación.

Más abajo, en esta página, puede dar un vistazo al gráfico de una carta astral. Observe en ella que cada 30 grados de circunferencia

hay un trazo mayor que marca el comienzo de un nuevo signo zodiacal y la finalización del anterior. Esta circunferencia con 12 sectores de 30 grados cada uno -los 12 signos zodiacales- representa el llamado ZODIACO, el cual seguramente ya ha oído mencionar alguna vez. En el zodíaco, formado por los doce signos zodiacales, se mueven los diez planetas astrológicos. Estos son: SOL, LUNA, MERCURIO, VENUS MARTE, JUPITER, SATURNO, URANO, NEPTUNO y PLUTON. La Tierra no se cuenta como planeta, pues la Astrología se basa en las posiciones que tienen los planetas "vistos desde la Tierra". Es decir, nuestro "observatorio" es la Tierra, con lo que ésta no puede ser considerada como planeta.

Si se fija, ver que los símbolos de los 10 planetas astrológicos se encuentran esparcidos por el zodíaco. Por ejemplo, una persona puede tener su Sol a 5 grados de Piscis, la Luna a 23 grados de Aries, Mercurio a 17 de Acuario, etc., etc. Es decir, cada persona tiene a sus diez planetas colocados en diferentes grados de los doce signos zodiacales.

Cuando se dice que una persona es Aries, por ejemplo, solamente significa que, en el momento del nacimiento, su Sol estaba en alguno de los 30 grados del signo de Aries.

El Sol, visto desde la Tierra, va recorriendo los doce signos del zodíaco, más o menos uno por mes, para completar una vuelta completa a ésta al cabo de un año. Así, aproximadamente el 21 de marzo de cada año (inicio de la primavera), el Sol se coloca en el comienzo del zodíaco, que coincide con los 0 grados del signo de Aries; el 22 de abril, más o menos, el Sol esta a 0 grados de Tauro; el Sol sigue avanzando (casi un grado por día) y el 21 de mayo se sitúa a 0 grados de Géminis; y así sucesivamente, hasta que el siguiente 21 de marzo vuelve a colocarse en el principio del zodíaco (0 grados de Aries).

Ya puede entender perfectamente por qué es tan limitado hacer un estudio astrológico basándose sólo en el signo de la persona. Por ejemplo, si sabemos que alguien es Cáncer, es porque nació entre el 21 de junio y el 22 de julio. En realidad, tendríamos que decir que el SIGNO SOLAR de esta persona es Cáncer, pues lo único que sabemos hasta ahora es que cuando nació tenía el Sol en alguno de los 30

grados de Cáncer. Pero, ¿dónde tenía esta persona en el instante del nacimiento a la Luna, a Mercurio, a Venus, y al resto de los planetas?

Esto solamente se puede saber haciendo la carta astral de nacimiento completa.

Si observa el informe de su carta astral NATAL, concretamente al principio, podrá saber en qué signos y en qué grados tenía a sus diez planetas en el momento del nacimiento. Si lo desea, hágalo ya para que tenga total seguridad de cuáles eran las POSICIONES PLANETA-SIGNO natales. Una vez que ya ha mirado en la página correspondiente, se habrá dado cuenta de que además de las posiciones de los diez planetas astrológicos, al final pone "Asc". ¿Qué nos está indicando esta abreviatura?

Quizás haya oído alguna vez decir a alguien "tengo mi Ascendente en Escorpio" o "soy de Ascendente Leo". ¿Qué es en definitiva el tan traído y llevado Ascendente?

Para entender lo que es el Ascendente veamos el dibujo de una Carta Astral:

Puede ver en el ejemplo de arriba que en el exterior de circulo más grande, hay doce sectores numerados del 1 al 12, separados con líneas, los cuales se llaman CASAS. Las casas 1,4,7 y 10 no tienen número en el gráfico, pero están dibujadas también en amarillo. Estas son las más importantes. La casa 1 y 7 se definen con una línea horizontal amarilla que va de izquierda a derecha del horóscopo (casa 1 - casa 7).

Este trazo horizontal es la LINEA ASCENDENTE - DESCENDENTE. A la izquierda está el ASCENDENTE ^{As} y a la derecha se encuentra el DESCENDENTE. El Ascendente es el comienzo de la Casa I y el punto opuesto, el Descendente, marca el inicio de la casa 7. La segunda línea amarilla fundamental es más o menos vertical y corresponde a la LINEA MEDIO CIELO - FONDO DEL CIELO (casa 10 - casa 4).

La línea horizontal amarilla (ASCENDENTE - DESCENDENTE) representa el horizonte del lugar donde nació. Es decir, todos los planetas que en su gráfico están por encima de esa raya horizontal podían ser vistos en el cielo en el preciso instante de su nacimiento, porque estaban por arriba del horizonte. En cambio, todos los astros

que tiene en su gráfico por debajo de esa raya, no se podían ver cuando nació, pues se encontraban por debajo del horizonte de su lugar natal.

El Ascendente (aparece como As) es el punto cardinal Este, y es por donde salen el Sol y el resto de los planetas, hasta llegar a la parte más alta del horóscopo o Medio-Cielo (Sur). Luego comienzan a bajar y se meten por el Descendente (Oeste). Si el Sol natal de una persona está cerca del Ascendente, quiere decir que nació al amanecer; si está próximo al Medio-Cielo, nació a mediodía; mientras que, si el astro solar se ubica cercano al Descendente, entonces la persona nació cuando el Sol se ponía.

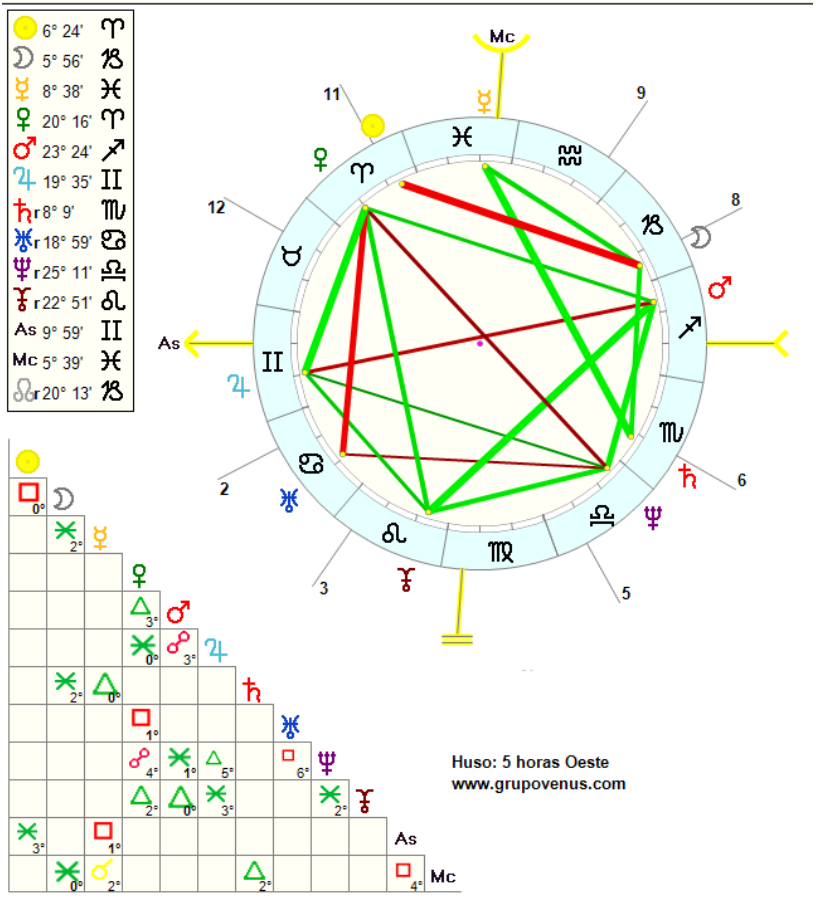


Figura 4.21.4. Carta Astral

El signo Ascendente representa su forma de ser externa, es decir, cómo se comporta cotidianamente, cómo reacciona en la vida diaria y cuál es su temperamento psicológico cara a los demás; pero éste es un tema de nuestro siguiente apartado.

+ : Conceptos astrológicos fundamentales

Ahora necesitamos saber qué significado poseen en su carta astral los elementos fundamentales que la componen: PLANETAS Y SIGNOS. Comencemos por los primeros, viendo qué aspectos de usted como persona representa cada uno de los 10 PLANETAS ASTROLÓGICOS

☉ SOL: representa su verdadero yo, sus grandes propósitos en la vida, su esencia interna, y la parte más valiosa de su persona. El astro-rey simboliza su carácter más profundo, que es el que sólo ven las personas que le conocen a fondo. PALABRA-CLAVE: YO PROFUNDO.

☽ LUNA: a través del astro lunar vamos a estudiar sus reacciones afectivas, su capacidad imaginativa y poética, el gusto que tiene por el hogar, su papel actual o futuro como madre o padre y sus sentimientos familiares. PALABRA-CLAVE: PERSONALIDAD PSICO-AFECTIVA.

☿ MERCURIO: nos explica cómo son sus facultades intelectuales, con qué facilidad habla o escribe y cómo se desenvuelve en sus estudios.

☿

PALABRA-CLAVE: INTELIGENCIA.

♀ VENUS: qué idea tiene del amor, cuál es el tipo de pareja que más le atrae, cómo se desarrollan sus relaciones sentimentales o noviazgos, cómo se divierte, así como sus gustos en cuanto a moda, imagen personal, belleza y arte.

♀

PALABRA-CLAVE: AMOR.

♂ MARTE: sus capacidades de decisión, su espíritu competitivo, su nivel de agresividad o de mal car cter, la energía que pone en la acción, las capacidades para ser o no un buen líder, y su gusto por la

aventura y el riesgo. PALABRA-CLAVE: DECISION.

♃ JUPITER: sus habilidades sociales, el gusto por los viajes largos, contactos con el extranjero, interés por la cultura, y optimismo en la vida.

♃

PALABRA-CLAVE: SOCIABILIDAD.

♄ SATURNO: su fuerza de voluntad, capacidad para desarrollar trabajos largos, concentración mental, responsabilidad y madurez.

♄

PALABRA-CLAVE: VOLUNTAD.

♅ URANO: sus ansias de libertad, su sexto sentido o intuición, su rebeldía y el afán por lo nuevo y original. PALABRA- CLAVE: ORIGINALIDAD.

♆ NEPTUNO: Con este planeta vemos si le atraen los temas esotéricos, la importancia que le da a la religión, su capacidad de sacrificio y sentido de la caridad, y la sensibilidad hacia los problemas de los demás.

♆

PALABRA-CLAVE: ESPIRITUALIDAD.

♇ PLUTON: su magnetismo personal, la capacidad para reconocer y cambiar sus defectos personales, y el interés por mejorarse y auto-perfeccionarse.

♇

PALABRA-CLAVE: AUTOSUPERACION.

Veamos a continuación las características tanto armónicas como desarmónicas de los 12 SIGNOS DEL ZODIACO:

♈ ARIES: Aries (el Carnero) es "emocionalmente" apasionado, al todo o nada, lanzado y ardiente; "mentalmente" es iniciador, pionero, arriesgado y entusiasta; y sus "conductas" son autoconfiadas, duras, valientes y enérgicas. En síntesis, Aries es la fuerza y la energía puras, pero a veces

le cuesta finalizar con paciencia las cosas que empezó con tanto ardor.

♈ ATRIBUTOS: impulsivo, directo, sincero, brusco, espontáneo, mandón, fogoso, temerario, seguro, egocéntrico, y con iniciativa.

♉ TAURO: Tauro (el Toro) es "emocionalmente" pausado, celoso, gentil, conservador y muy sensual; "mentalmente" es práctico, aplicado, calmo, prudente y concreto; y sus "conductas" son sólidas, posesivas, algo monótonas y alegres. En definitiva, Tauro es la conservación y la continuidad, pero puede caer en la monotonía y el apego a las rutinas diarias.

♉ ATRIBUTOS: testarudo, trabajador, rutinario, amoroso, lento, realista, comodón, fiel, materialista, y paciente.

♊ GEMINIS: Géminis (los Gemelos) es "emocionalmente" juvenil, humano, imaginativo y amigable; "mentalmente" es refinado, variado, curioso, comunicativo e ingenioso; y sus "conductas" son flexibles, hábiles, inconformistas y progresistas. Como resumen, Géminis es capaz de abarcar mucho con su mente, pero en la práctica puede pecar de dejar cosas a medias.

♊ ATRIBUTOS: variable, inteligente, indeciso, rápido, nervioso, inventivo, hablador, amigable e ingenuo.

♋ CANCER: Cáncer (el Cangrejo) es "emocionalmente" bondadoso, romántico, suave e íntimo; "mentalmente" es imaginativo, reflexivo, fértil y de buena memoria; y sus "conductas" son compasivas, tímidas, humanas y con tacto. Por todo ello, Cáncer quiere proteger y sentirse protegido por un pequeño grupo de personas allegadas, con lo cual tiende a generar apegos y absorción de los demás.

♋ ATRIBUTOS: sensible, llorón, hogareño, poético, melancólico, paternal o maternal, apegado, dulce, falto de voluntad y protector.

♌ LEO: Leo (el León) es "emocionalmente" vital, franco, noble y cálido; "mentalmente" es audaz, dirigente, creativo y con

gusto por lo grande; y sus "conductas" son claras, abiertas, llenas de vida y algo arrogantes. En síntesis, Leo quiere ser el León de la selva, haciéndose respetar y paseando con orgullo su melena.

♌ ATRIBUTOS: orgulloso, digno, soberbio, sincero, autoritario, de gran corazón, egocéntrico, aristocrático y expansivo.

♍ VIRGO: Virgo (la Virgen) es "emocionalmente" discreto, humano, servicial, amable y reservado; "mentalmente" es preciso, analítico, organizado y con sentido común; y sus "conductas" son planificadas, detallistas, laboriosas y muy prácticas. Por tanto, Virgo es un perfeccionista nato, que quiere el máximo resultado con el mínimo esfuerzo.

♍ ATRIBUTOS: estudioso, crítico, discreto, puntilloso, ordenado, pedante, algo frío, e inteligente.

♎ LIBRA: Libra (la Balanza) es "emocionalmente" gentil, simpático, delicado y amante de lo bello; "mentalmente" es cooperador, bueno para las relaciones humanas, cuerdo y armonioso; y en sus "conductas" es popular, diplomático, agradable y tolerante. En definitiva, Libra está buscando continuamente el equilibrio entre los extremos, por lo que evade los conflictos.

♎ ATRIBUTOS: frívolo, refinado, indeciso, inteligente, olvidadizo, moderado, tibio y de imagen externa muy cuidada.

♏ ESCORPIO: Escorpio (el Escorpión) es "emocionalmente" radical, profundo, muy sensual y entregado; "mentalmente" es sagaz, centrado, penetrante, crítico y creativo; y en sus "conductas" es transformador, callado y procura ir al grano. Escorpio es, en suma, de personalidad intensa y total, pudiendo caer tanto en la crítica hiriente como en la entrega de sí mismo a un fin elevado o a una persona amada.

♏ ATRIBUTOS: intenso, apasionado, extremo, celoso, voluntarioso, explosivo, espiritual, y muy magnético.

♐ SAGITARIO: Sagitario (el Centauro) es "emocionalmente" benévolo, jovial, franco, paternal y leal; "mentalmente" es

liberal, imparcial, organizador y elevado; y en sus "conductas" es sociable, idealista, vital, digno y alegre. Sagitario es, en resumen, un aficionado a lo grande, lo bueno y lo cómodo, con lo que tiene que cuidar de no gastar más de lo que tiene.

♐ ATRIBUTOS: optimista, derrochador, generoso, burlón, viajero incansable, superficial, expansivo y exagerado.

♑ CAPRICORNIO: Capricornio (la Cabra-Pez) es "emocionalmente" profundo, fiel, pausado, paciente y práctico; "mentalmente" es conservador, responsable, reservado y cerebral; y en sus "conductas" es puntual, incansable, lógico, silencioso y diplomático. Capricornio representa en general el control y el ahorro con el fin de subir social y económicamente.

♑ ATRIBUTOS: serio, reflexivo, tacaño, voluntarioso, materialista, concentrado, rígido, maduro y realista.

♒ ACUARIO: Acuario (el Aguador) es "emocionalmente" platónico, amistoso, liberal, tolerante y gentil; "mentalmente" es vanguardista, autodidacta, independiente y moderno; y en sus "conductas" es comunicativo, revolucionario, desprendido y cooperador. Acuario posee, muchas veces, una mente avanzada a su ,poca, pero le cuesta aterrizar y pasar sus buenas ideas a la práctica.

♒ ATRIBUTOS: intuitivo, extravagante, ingenioso, indisciplinado, fraternal, utópico, investigador e imprevisible.

♓ PISCIS: Piscis (los Peces) es "emocionalmente" receptivo, romántico, sacrificado y elevado; "mentalmente" es soñador, artista, interiorizado y algo profético; y en sus "conductas" es inspirado, humano, simpático, generoso y hospitalario. El signo de Piscis, como conclusión, se guía por lo que percibe y lo que siente, con lo que ha de cuidar mucho sus amistades y no rodearse de personas demasiado problemáticas.

- ♓ ATRIBUTOS: dulce, influenciable, sensible, indeciso, místico, pasivo, caritativo, inseguro, religioso, y evasivo.

*** : *Reflexiones sobre el temperamento, la Astrología y el Horóscopo***

Con el relato anterior, transcribimos el texto que aparece en un sitio web que nos parece serio y muy ajustado a las tradiciones que hay sobre el tema, pero…….. Con el respeto que merece su trabajo, debemos aclarar que en ese sublime momento de la anfimixis, del que tanto hemos hablado, realmente es innegable la influencia magnética de todo el entorno que nos rodea y los planetas de nuestro sistema solar, forman parte de ese entorno.

Ese primer ADN que se forma en ese momento, copiado en el ARN al dividirse, queda con esa memoria genética ya definida para toda la vida de ese nuevo ser y ese ADN no se modifica por medios naturales, inclusive, que es difícil de manipularlo genéticamente y ese ADN tiene todas las características morfológicas definidas por ese momento, o sea, la parte hereditaria, magnética y la combinación de ambas en el momento de la anfimixis.

Eso quiere decir que a los 9 meses que nace el bebe, él está completamente formado y todas sus características morfológicas definidas, según algunas explicaciones un poco folclóricas sobre el tema, aseguran que la modificación se da con el cambio de respiración de la criatura, al dejar de usar el líquido amniótico de la madre, para respirar ya el oxígeno como un nuevo ser humano independiente. Esa teoría podría ser válida si lo que respira la criatura fuera otra cosa diferente a oxígeno.

Está comprobado que el organismo humano puede sintetizar el oxígeno y el alimento en forma líquida en situaciones especiales, el bebe hace eso, sintetiza su alimento y el oxígeno del líquido amniótico de la madre, pero definitivamente él respira oxígeno y ese proceso, debidamente explicado en este trabajo, es el intercambio de fotones y neutrinos que producen todas las funciones vitales.

En lo referente a las conclusiones sobre los horóscopos, queda muy claro que, en el análisis realizado durante siglos, han llegado a esas conclusiones, que pueden acercarse mucho a la realidad, pero definitivamente se debe de tomar la fecha y la hora de la

fecundación, el problema recae sobre la dificultad para tener esos datos en forma exacta.

Por deducción se puede apreciar que en los meses que la tierra está más cercana al sol, corresponde a los individuos con el temperamento colérico y el sanguíneo, mientras que el flemático y el melancólico. En cuanto a las predicciones, se pueden detectar momentos de mayor o menor actividad, tendencias afectivas o propensión a enfermedades, de acuerdo con la época del año de acuerdo con los mapas astrales, que actualmente se encuentran elaborados con mucha precisión.

En el relato, solo quisimos mostrar lo que encontramos sobre estos aspectos que son determinantes en las personas y cuál es la apreciación de acuerdo con nuestro raciocinio, ya el lector definirá cual puede ser su apreciación sobre el tema.

Capítulo XXII : El Carácter.

*** : ¿Que es el Carácter?**

El carácter se define como un componente de la personalidad que se adquiere a través del aprendizaje. En concreto, a través de las experiencias de vida, que modulan las tendencias biológicas y las predisposiciones de temperamento.

A diferencia del temperamento, el carácter evoluciona con el tiempo: se forma y modela durante la niñez y se manifiesta firmemente durante la adolescencia. El carácter puede variar debido a impactos y acontecimientos que nos marcan fuertemente durante la vida.

Al ser una dimensión de la personalidad derivada de la interacción social, podemos decir que el carácter tiene un origen cultural, por lo

que está delimitado por el contexto en el que se desarrolla la persona.

El carácter de una persona es la manera en la que esta reacciona habitualmente frente a una situación. Es también la forma de expresar esta manera de reaccionar, señalando que se posee tal o cual perfil, característica o inclinación. Por ejemplo, se dice que una persona es generosa, altruista, bondadosa y/o servicial si le gusta servir y ayudar a otros. Y por su parte, alguien será calificado como rencoroso, si es muy riguroso y estricto con lo que dicen y hacen otros, si considera que los demás se expresan y actúan de una forma que no es de su agrado y si mantienen esta molestia, fastidio y/o enfado por largo tiempo sin olvidar y sin perdonar.

El estudio del carácter se conoce como caracterología. Esta temática tuvo su auge a inicios del siglo XX. Sin embargo, posteriormente, las investigaciones experimentales en relación a esta temática decayeron y hoy en día se profundiza más sobre el concepto de personalidad. En la actualidad, el estudio del carácter es particularmente analizado y explorado en el sector privado, muchas veces casi exclusivamente a nivel empírico y en muchos casos sobre la base del modelo desarrollado por René Le Senne.

+ : **Psicopatología común**

Comúnmente, el carácter se divide en fuerte y débil. Un carácter fuerte se caracteriza por la capacidad de mantener la propia elección, a pesar de adversidades. Por el contrario, la persona considerada con un carácter débil es fácilmente dominada por el carácter de los demás.

Normalmente, la calificación carácter débil y/o fuerte se asocia con la distinción entre un buen carácter y/o mal carácter. Esta distinción refleja más el modo de expresión del individuo particularmente en sus relaciones con los demás. Podría decirse que un carácter fuerte se acompaña de un mal carácter, pero todas las formas de excepción son posibles.

- : Cultura del carácter

El carácter es sensible a la realización potencial que confieren las características de hombres y culturas enteras. Estas culturas son

presentadas para promover la cultura del carácter y la fuerza de voluntad de los obstáculos internos más externos. Incluímos a Pierre de Coubertin: "La necesidad indispensable de la Cultura Física y el carácter de la cultura no excluye la formación de la inteligencia y la sensibilidad. Se trata de un conjunto armónico. "

Un gran número de libros se publicaron en el siglo XX. Esto libros trataron el asesoramiento y otros métodos para desarrollar el carácter, como, por ejemplo, la fuerza de voluntad.

El abuso de esta opción educativa puede conducir a actitudes e ideologías que no respetan al individuo. El desarrollo del niño puede ser perturbado por la presión temprana y excesiva de un educador. Por ejemplo, Adolf Hitler deseaba adoctrinar a la juventud alemana, mientras se justificaba con la cultura de carácter y la voluntad de poder.

En Francia, la tercera República incorporó la cultura de carácter con su principio de laicidad. Gabriel Compayré, colaborador de Jules Ferry, propuso este principio educativo para reemplazar algunos de los papeles de la práctica religiosa. En una era decididamente militarista, esta perspectiva razonable se ha traducido como en la introducción de formas de disciplina. Además, también había sido directamente inspirada en el entrenamiento militar y el desarrollo de personalidades, siendo difícil de alcanzar.

Las actividades deportivas son un marco para el cultivo del carácter. El acceso a los incentivos de rendimiento para desarrollar también los recursos mentales. Como es el caso de algunas artes marciales, las cuales ponen aún más énfasis en este desarrollo, ya que lo consideran más un fin que un medio.

*** : El Carácter y los trastornos del carácter en psicopatología**

En psicopatología, la caracterología se remonta históricamente a la época de las grandes corrientes de la psiquiatría, siendo así el joker para los morfologistas. Ernst Kretschmer es conocido como el hombre con las ideas más famosas y representativas. El psiquiatra alemán definió el carácter pícnico, el carácter leptosómico y el carácter atlético. Cada uno de ellos difiere en sus características. Por ejemplo, el carácter leptosómico tiende a ser esquizoide. Más tarde, Kretschmer amplió esa misma observación al círculo familiar del

paciente y después, a las personas "normales". A quienes se encontraban dentro del círculo familiar de los enfermos maníaco-depresivos, en las fronteras de lo psicopático los denominó cicloides, y a los del paciente con esquizofrenia, esquizoides. A los temperamentos "normales" de uno y otroS grupos los denominó ciclotímicos y esquizotímicos, respectivamente. Por otra parte, el tipo corporal atlético lo relacionó con el temperamento energético.

Mientras que con el temperamento nacemos y es el cimiento de lo que seremos en la vida, el carácter resulta del trabajo de moldear ese primer rasgo inicial. Así, el carácter es modificable, educable, adquirido y se puede modelar y controlar en sus diversas manifestaciones externas.

Generalmente se conforma la base del carácter en la niñez y la adolescencia, a través de las relaciones, la educación, la interacción social y las experiencias.

En la caracterización general, hay ocho tipos:

+ : **Carácter nervioso (emotivo, inactivo, primario):**

Siente vívidamente los estímulos y le generan reacciones emocionales. Es hipersensible. Tiene un alto potencial de energía que -como no la descarga convenientemente- está buscando salir como instintos o tendencias antisociales. Reacciona casi de inmediato, sin medir consecuencias.

+ : **Carácter apasionado (emotivo, activo, secundario):**

Nostálgico, estalla en celos o en odio. Predispuesto a sacrificarse; tiene visión de largo plazo y se acostumbra a pagar precios para lo que quiere. Busca ser compasivo y comprensivo. Tiene don de mando y es un buen líder. Gran capacidad para trabajar, aunque si le dan a elegir, prefiere hacerlo solo. Es responsable y dedicado.

+ : **Carácter colérico (emotivo, activo, primario)**

Atrevido para emprender nuevas tareas, tiene arrebatos o estallidos emocionales. Es extrovertido y se le dan bien las relaciones sociales. Abandona objetivos ante dificultades; un poco disperso; le cuesta la disciplina. Eficientes al improvisar, rápidos para responder. Generoso y servicial; sentido práctico.

+ : **Carácter sentimental (emotivo, inactivo, secundario):**

Introvertido y con pocas habilidades sociales, excepto con quien se abre de verdad. Sensible hasta el extremo. Dificultad para adaptarse a los cambios; poca flexibilidad. Espíritu conservador. Suelen costarle la lógica y el pensamiento abstracto. Se esfuerzan por hacer las cosas bien. Se desmotiva fácilmente; poca auto confianza y esto le lleva a actuar con lentitud.

+ : **Carácter sanguíneo (no emotivo, activo, primario):**

Extroversión en su máximo nivel y sentido práctico a tope. Cierta tendencia al egoísmo y la codicia. Es irónico y cínico; utiliza la crítica dura. Tiene facilidad para comprender y razonar objetivamente. Busca resultados rápidos, incluso en lo económico. Gran auto confianza. Piensa fríamente.

+ : **Carácter flemático (no emotivo, activo, secundario):**

Frialdad, que la usa para ocultar los nervios y mantener la calma. Constancia para sus proyectos. Suelen ser poco expresivos, autónomos y privilegian la libertad. Se adaptan a los cambios. Muestran templanza; tienen orgullo y suelen ser ordenados y metódicos.

+ : **Carácter amorfo (no emotivo, inactivo, primario):**

Perezoso y acomodaticio a las circunstancias. Eligen ser poco sensibles. Valientes, y conducta dócil. Busca satisfacer los sentidos -por lo que suelen comer, dormir o beber en exceso. Lentitud de razonamiento; se deja llevar por el momento. Vive sin demostrar preocupaciones. Desordenado.

+ : **Carácter apático (no emotivo, inactivo, secundario):**

Son personas en las que se puede confiar. Cierta tendencia a vivir en el pasado y en hábitos aprendidos. Poco entusiasmo vital; no le gustan los cambios. Baja voluntad y ganas. Actitud pesimista y mantienen una rutina porque les da lo que entienden como seguridad. Soledad, melancolía.

Entonces tenemos los temperamentos que generan los tipos de caracteres formados a partir de esas los factores genéticos y magnéticos que describimos antes, ahora con el aporte de las familias como está diseñado por la naturaleza.

En este punto hay que tener en cuenta que la vida moderna y sus necesidades de consumo, sacó a muchas madres del hogar y muchos hogares se deshacen por motivos económicos, perdiendo vigencia ese modelo de enseñanza conductal y por lo tanto afectan la formación de la personalidad.

Tempresamento	Carácter
Innato *Constitución heredada* *Dimensión Biológica* *Origen Genético* **No modificable** *No puede cambiar por educación* *Dimensión Somática –* *No educable* *Modo de Manifestarse –* **No controlable**	**Adquirido** *Constitución y hábitos adquiridos Educativos y relacionados* *Dimensión biológica – Social* *Origen genético + Aprendizaje* **Modificable** *Susceptible e influenciable por el medio* *(Conducta estructurable por educación o en el contexto social)* *Dimensión Educación* *Modo de manifestarse -* **controlable**
Carácter + Temperamento + Hábitos + Aprendizaje comportamento **Personalidad**	

*** : Formación del carácter, herencia genética y el entorno familiar**

Después de hacer un recorrido por el aspecto físico y psíquico del ser humano, descubrimos que a partir de la unión del medio físico (funcionamiento del sistema cerebro-neuronal) que incide en el consumo energético representado por el temperamento unido al carácter que es el resultado de la interacción del ser humano de niño con el entorno familiar que lo configura en los primeros años y que es una imposición de la naturaleza como una de sus bionormas para darnos carácter y la combinación de estos dos entornos con el entorno social que veremos en la parte III, nos brinda la personalidad que moldea a los individuos y que será protagonista de los acontecimientos a lo largo de su vida.

De donde provienen los temperamentos todavía permanece en la calidad de “hipótesis” la mayoría acepta que el temperamento tiene una base genética y también muchos le adjudican una esencia

esotérica al involucrar la astrología en el tema, sin embargo, esto ha resultado difícil de comprobar directamente.

Figura 4.22.1. Neonatos en incubadora

Sea como sea, como norma general, se dice y es aceptado que el temperamento viene dado por la genética, mientras el carácter se forma a partir de este, asimilando las vivencias y experiencias que proporciona el entorno familiar en la infancia y adolescencia.

+ : **Las bionormas**

La naturaleza (Dios, Jehova, Alá, Krishna, Babalao, o como lo queramos llamar a ese ser superior autor de toda esta maravilla), creó una secuencia de Unidades Múltiples interdependientes para completar todo lo que existe, en su sabiduría dotó a los seres humanos de condiciones físicas y fisiológicas especiales para que le ayudara a coordinar todo eso, esa secuencia entre consciente, subconsciente e inconsciente interactuando en el sistema límbico (Amígdala, Tálamo, hipotálamo, Córtex y Neo Córtex) que le dan esa característica de tener un Raciocinio Cognitivo Lógico Voluntario, que hace la diferencia con los demás animales superiores en esta creación.

Como coordinador y máximo predador, de cierta manera podía representar un peligro, le colocó unas bio-normas para que con ellas mantuviera la estabilidad necesaria para todos tener éxito en su reproducción continua.

Esas bionormas de cierta manera, están conectadas con el consumo de energía por cada ser vivo y el cumplimiento de esas bionormas a lo largo del tiempo, puede representar el premio si se cumplen o el castigo si no lo hace.

Hay una bio-norma que pre domina sobre todo:

El ser humano puede disponer de todos los elementos que componen los ecosistemas, pero "No puede dominar para abusar de sus semejantes", cumpliendo esta norma le queda más fácil acatar el resto de las leyes naturales de equilibrio y en consecuencia, poder disfrutar de todo este paraíso.

Para cumplir con esa Bio-norma le hizo otras imposiciones:

+ : **Dependencia de la familia.**

FIGURA 4.22.2. La hormona del amor, la oxitocina.

Esa es la razón para que, entre los miembros del reino animal, el ser humano es él que más desprotegido nace, le falta el revestimiento de pelo y por tanto, la protección natural contra la intemperie; faltan los órganos naturales de ataque y una formación corporal apropiado para la huida; el hombre es superado por la mayoría de los animales en la agudeza de los sentidos. Tiene una carencia "mortalmente peligrosa para su vida" de auténticos instintos y durante toda su

época de lactancia y niñez está sometido a una necesidad de protección incomparablemente prolongada.

La procreación de la mayor parte de las especies es muy semejante, siempre se reproducen en pareja, dependiendo de la especie, su funcionamiento como familia es más o menos obedecido. La naturaleza diseñó al ser humano para recibir de ambos padres la herencia genética y al cumplir un largo ciclo de gestación (formación física como feto con la madre en aproximadamente 275 días), obliga a la pareja a permanecer juntos para atender satisfactoriamente todas las tareas y cuidados necesarios para el éxito durante el embarazo y el trabajo de parto.

Esa característica viene acompañada por fenómenos físicos que facilitan a los seres humanos el cumplimiento de este mandato natural, el cerebro ordena la producción de Oxitocina, que es una hormona que a la vez es neurotransmisora, que predispone a las personas para cuidar a los recién nacidos, generando reacciones en todo el sistema simpático y parasimpático, a ejemplo, ¿Cuantos de nosotros nos hemos visto hablando entrecortado, con balbuceos y llenos de una sensación de ternura al tener en los brazos a un niño?

Está comprobado que, durante la fase de gestación, el feto se desarrolla indiferente a la condición de la madre, el organismo buscará los elementos que necesita independiente de la voluntad de la madre, de sus hábitos alimenticios o de sus tradiciones.

Figura 4.22.3. Todos los seres humanos nacen iguales

Por eso nacemos iguales, independiente de la situación social o del poder adquisitivo. La diferencia entre dos recién nacidos solamente la da el ajuar que lo recibe

El ser humano, por el hecho de nacer totalmente dependientes de los padres y más delante de los demás familiares, establece un antecedente decisivo en la vida y esa misma condición de total dependencia vuelve a surgir al final de la vida, completando los ciclos determinantes de la vida "Depende-aprende y produce-Produce y enseña-depende".

La naturaleza nos diseñó de forma que tuviéramos que vivir en comunidad, una especie de "Dimensión Social" para obligarnos a aprender desde que nacemos para luego enseñarle a nuestros hijos todas las normas de convivencia, ajustándonos a la figura de una "familia" diseñada para vivir en comunidad con otras familias, como medio de protección para niños y ancianos.

De acuerdo con eso, nacemos dependientes de los padres, porque de ellos aprendemos todas las bases de comportamiento que nos guiaran en el transcurso de nuestra vida para cumplir con ese mandamiento supremo, siendo obligados a cumplir cabalmente la bio-norma del respeto y así mantener el equilibrio.

Figura 4.22.4. Las Etapas de los seres humanos

El legado de los abuelos, de los padres y de toda la familia, quienes con ejemplo le enseñan al niño a obedecer unas normas llamadas de valores como su base de comportamiento y cumplir con esa bionorma, lo llamamos de principios y son enseñados con el ejemplo y la corrección ante los errores.

Figura 4.22.5. Relación natural entre niños y ancianos.

Esas normas funcionan como una especie de resumen de todo ese conocimiento, además para sostener el principio de respeto por los demás y disminuir el consumo de energía vital al controlar las pasiones.

Figura 4.22.6. Los Principios

Las bio-normas son tomadas por todas las religiones como sus preceptos a cumplir, mistificando su contenido, alejándolo de la realidad. Para las religiones, dejarse llevar por esas pasiones es el pecado y su castigo o perdón lo relegan a una etapa posterior a la muerte, hablando de cielo si cumplimos y de infierno para el

incumplimiento. Este factor distorsiona un poco la realidad, ya que el cumplimiento de estas normas nos genera beneficios físicos tangibles, igual que su transgresión repercute en un mayor consumo de energía y su castigo lo recibimos como perjuicio físico, enfermedades o mal funcionamiento corporal.

Figura 4.22.7. Las pasiones, los Principios y los Placeres.

Esas no son suposiciones, científicamente está comprobado que el abuso con las emociones, acarrea disturbios generalizados, además de efectos invisibles en el metabolismo, que se manifiestan con el mal funcionamiento de las hormonas o de los neurotransmisores.

Esas enseñanzas incluyen los valores, que sirven para poder aplicar los principios en la relación del individuo con sus semejantes, se establecen como normas para facilitar la convivencia de los seres humanos. Esos principios y valores comienzan a regir nuestra vida y se convierten en nuestra Bitácora de comportamiento.

Figura 4.22.8. Los Valores

El cuerpo humano es como una batería coordinada por el cerebro, si obedecemos esos principios, generamos una estabilidad energética

que equivales a un equilibrio en el consumo de energía y la producción de glucógeno, si actuamos contra esos principios, consumimos energía vital positiva (aumento de la temperatura corporal), produciendo a un aumento en el consumo de ATP que para suplir ese consumo, obliga a una mayor demanda de glucógeno (carbohidratos), resultando también en un aumento de los neutrinos, que generan condiciones negativas para nuestro organismo (posterior disminución de la temperatura corporal sudoración y manos frías) y eso nos perjudica en el desempeño de nuestra vida.

Es un proceso de integración, como lo es todo en la naturaleza, nos parece que incumplir una cita o un compromiso no tiene ninguna importancia, pero para el organismo, de forma inconsciente revisa la bitácora existente en su memoria donde figura la enseñanza que recibió de los padres o de la familia durante su período de aprendizaje en la infancia donde le inculcaron las normas de convivencia que debería cumplir como parte de su educación y que se refieren a la honestidad y valores. Al no cumplir con esos preceptos, entonces se genera involuntariamente lo que comúnmente es llamado de remordimiento, que no es más que un aumento en la producción de adrenalina que desencadena un consumo exagerado de ATP que conllevan a una serie de efectos aleatorios en los que se involucran el páncreas, el hígado y el sistema endocrino causando efectos negativos para el organismo.

Todas las bionormas establecen la obligación de cumplir el mandamiento único para obtener la estabilidad necesaria para convivir todos los seres humanos, convirtiéndola en el premio o el castigo natural por el buen o mal comportamiento dentro de esa estructura natural.

Pero todavía existe una laguna referente al origen del temperamento, las hipótesis lanzadas referentes a su origen tienen defensores y detractores con bases muy científicas, pero, conociendo del tema, como lo hemos venido desarrollando, es necesario recapitular el tema de la energía vital y ese momento supremo de la Anfimixis.

Tenemos que evaluar el concepto de las energías que determinan todo en el universo, todo tiene esa dualidad de conceptos, positivo y

negativo, bien y mal, pasiones y virtudes, todo hay que visualizarlo desde ese parámetro que genera la explicación para todo.

Como ejemplo, vamos a analizar el comportamiento de las personas, si sigue sus principios con esos valores adquiridos en la infancia de sus padres y familiares cercanos, que le indican como hacer las cosas, si obedece esas normas, consume menos energía y su metabolismo es más estable, pero si actúa contrariando esos principios, su metabolismo se acelera y consume más energía.

La forma más sencilla para explicar esto, parte de la recepción de las señales que recibimos y la evaluación que hacemos de ellas, en el sistema límbico del hemisferio derecho está la memoria de las virtudes que permiten recibir más neutrinos sin afectarse como efecto primario de nuestra condición de seres racionales con un Raciocinio cognitivo lógico voluntario (RCLV) capacitado para controlar en el sistema límbico del hemisferio izquierdo, la memoria instintiva donde están las pasiones que se activan con la energía de los fotones recibidos de los sentidos, que si no se controlan, obligan al organismo a consumir más energía con los efectos colaterales correspondientes. Entonces, es el temperamento quién tiene influencia en esos consumos, pero es el carácter quien determina la intensidad y continuidad de sus efectos.

Como vimos, todo lo que existe es regulado por la energía emanada por el sol, que mantiene a los planetas girando a su alrededor por influencia de su fuerza magnética, positiva en el sol y negativa regulada por el núcleo positivo de los planetas, que, de ese equilibrio, mantienen su órbita fija a través del tiempo.

De acuerdo con eso, es innegable la influencia magnética del sol y los planetas sobre la masa de todos los átomos que existen sobre la tierra, como muestra de eso, tenemos las mares que se ven afectados directamente de la influencia magnética de la luna y las mareas nos muestran que todas y cada una de las moléculas de agua que hay en los mares obedecen a esa influencia magnética de la luna. Con esto podemos comprobar esa fabulosa influencia magnética sobre los átomos, la mayoría de las veces invisible pero real.

Con eso claro, entonces podemos definir que en el momento sublime del inicio de una nueva vida (anfimixis), que al reagruparse los átomos que componen el ADN del nuevo ser, sufren de alguna forma

esa influencia magnética (dependiendo del momento de la concepción, es mayor o menor de acuerdo con la hora, ya sea por estar de frente al sol o en el lado oscuro, depende de la época del año, si es en el Afelio, en los equinoccios o en el perihelio, depende de la posición de la luna y de alguna forma, la línea magnética de los demás planetas con referencia a su posición referente al sol.

Estos son hechos irrefutables, como es irrefutable la existencia de la energía magnética, sin embargo, a través de los siglos, se ha distorsionado un poco ese concepto, llevándolo a tomar la hora del nacimiento como base para esas apreciaciones, adjuntándole además supuesta influencia en hechos que ocurren en la vida diaria. Esto hace que cómo hipótesis sea descartable por lo inverosímil de las suposiciones, además, que la hora del nacimiento nada tiene que ver con la formación del ser que cuando nace, él, ya está completamente formado y funcionando, el argumento de él cambio de la respiración con líquido amniótico a respirar el aire, no es válido, porque el feto extrae el oxígeno necesario del líquido amniótico, o sea, el no respira el líquido, respira su oxígeno.

Pero hay más, los análisis y tradiciones, incluyendo los asirios, mayas y egipcios, cuyos calendarios expresaban conocimiento del cielo, traen esa tradición hasta nuestros días, por eso, sin afirmar ni negar nada, vamos a analizar unos conceptos serios sobre ese tema, manifestando que, si tomamos la hora de la Anfimixis, los datos pueden ser reveladores.

Entonces veamos el aspecto social, partiendo de las normas biológicas dictadas por la naturaleza para preservar la especie y mantener su equilibrio biótico que le permita una renovación eterna y una evolución consistente hacia un futuro sostenible.

CAPÍTULO XXIII : Personalidad

La integración del temperamento y el carácter, determina el modo de actuar, definido como la personalidad, que es el modo de poner en práctica la forma de ser (por ejemplo, alguien puede ser temeroso -carácter-, y se comporta valientemente -personalidad-). Es el resultante de la relación de sus sistemas psíquicos, y cómo los manifiesta en lo concreto: percepciones, lo cognitivo, emociones, motivación y acción.

Figura 4.23.1. La Personalidad como efecto

Finalmente, el término personalidad se utiliza para establecer la unificación de todas las cogniciones, conductas y emociones que determinan la forma de comportarse de una persona. En este sentido, la personalidad está conformada por influencias biológicas (temperamento) y ambientales (carácter) con esto, puede identificarse y tener las percepciones de las sensaciones que recibe.

Por tanto, una manera fácil de diferenciar entre personalidad, temperamento y carácter es entender que la unión de estos dos últimos constituye la personalidad. Dado que puede ser difícil distinguir qué parte del comportamiento proviene de influencias

ambientales o biológicas, el concepto de personalidad se usa mucho más a nivel teórico en psicología.

Sin embargo, no existe una concepción única de la personalidad, sino que diferentes autores han expresado sus propios conceptos. Por ejemplo, Gordon Allport se ocupa de una concepción de la personalidad en la que ésta es la unión de manifestaciones conductuales y mentales organizadas a través de la especificidad individual y el factor dinamismo.

Otros modelos de personalidad son situacionistas, lo que significa que mezclan la concepción de la personalidad con la del comportamiento. Estos tratan de una perspectiva en la que el comportamiento humano no está tan determinado por construcciones mentales, como lo establecen algunas teorías, sino que depende principalmente de las influencias ambientales de un contexto determinado.

En una de las tantas caracterizaciones, Jung afirma que existen **ocho tipos de personalidad:** Pensamiento introvertido, Sentimental introvertido, Sensación – introvertido, Intuitivo – introvertido, Pensamiento extrovertido, Sentimental -extrovertido, Sensación – extrovertido e Intuición- extroversión.

La personalidad es un constructo psicológico. Se refiere a las características psíquicas de una persona que determinan su manera de actuar ante una determinada circunstancia. El concepto engloba el patrón de actitudes, pensamientos, sentimientos y repertorio conductual que caracteriza a una persona. Tiene una cierta persistencia y estabilidad a lo largo de su vida, de tal modo que las manifestaciones de ese patrón en las diferentes situaciones, posee algún grado de predictibilidad.

*** : Historia del concepto sobre la personalidad**

El concepto de «personalidad» proviene del término «persona», denominación que se utilizaba en el latín clásico para la máscara que portaban los actores de teatro en la antigüedad. Sin embargo, ya en ese entonces se hablaba en un sentido amplio y figurado de «personas» para referirse a los roles, es decir a «como quién» o «representando a quién» actuaba un determinado actor teatral tras su máscara. El concepto paulatinamente se transfirió a otras esferas

de la sociedad, más allá del teatro, pero en la Roma antigua, «personas» eran solamente los ciudadanos, jurídicamente provistos de derechos (en contraste con los esclavos que no eran considerados personas, puesto que no podían decidir sobre su propio actuar, ni menos aún deliberar sobre el de los demás). El concepto estaba inicialmente muy restringido a aquellos ciudadanos poderosos, que gozaban de honra, prestigio y, en respeto a su dignidad, eran los únicos poseedores de derechos ciudadanos.

Con la llegada de la Era Cristiana, el concepto de persona cambia de significado para poder significar el dogma de la Santísima Trinidad (Dios es uno sólo en cuanto a la naturaleza, pero trino en personas) y el dogma de la Encarnación (la segunda Persona de la Trinidad asumió una naturaleza humana sin dejar de tener una naturaleza divina). Esta unión se realiza "en la persona". Así, persona pasa a significar, según la definición clásica del filósofo cristiano Boecio a la sustancia individual de naturaleza racional, y según Tomás de Aquino al "subsistente distinto en naturaleza intelectual".

Se diferencia a la naturaleza, que significa una esencia común a muchos (por ejemplo, "hombre") de la persona que designa al individuo de esa naturaleza en lo que tiene de propiamente individual. Este es el concepto de persona que ha pasado con algunas modificaciones a veces, hasta nuestros días, y que fundamenta que todo individuo de naturaleza humana es persona, independientemente de sus circunstancias biográficas, genéticas, sociales o económicas, y es un individuo dotado de una especial dignidad. En los filósofos escolásticos, la palabra personalidad ("personalitas") se utilizaba para designar aquella perfección poseyendo la cual un determinado individuo es persona.

En el transcurso de los siglos, el concepto de «persona» se fue transformando gradualmente en uno más general hasta llegar utilizarse en el sentido coloquial actual, es decir, prácticamente como sinónimo de «ser humano». En el contexto de este desarrollo conceptual, la aparición del adjetivo «personal» facilitó el desarrollo del sustantivo «personalidad», utilizado para designar la totalidad de características «personales» que interactúan dinámicamente entre sí para producir aquel estilo relativamente estable de desenvolverse individual y socialmente que un individuo posee. No debe confundirse el concepto de persona con el de personalidad.

Mientras que el primero designa al individuo en su totalidad, el segundo designa un aspecto suyo, el conjunto organizado de sus disposiciones a la operación.

+ : **Definición de la personalidad**

Al tratarse de un concepto básico dentro de la psicología, a lo largo de la historia ha recibido numerosas definiciones, además de las conceptualizaciones más o menos intuitivas que ha recibido. Algunos autores han organizado y clasificado estas definiciones en grupos.

La personalidad puede sintetizarse como el conjunto de características o patrón (UCCELLI) de sentimientos, emociones y pensamientos ligados al comportamiento, es decir, los pensamientos, sentimientos, actitudes, hábitos y la conducta de cada individuo, que persiste a lo largo del tiempo frente a distintas situaciones distinguiendo a un individuo de cualquier otro haciéndolo diferente a los demás. La personalidad persiste en el comportamiento de las personas congruentes a través del tiempo, aun en distintas situaciones o momentos, otorgando algo único a cada individuo que lo caracteriza como independiente y diferente.

Ambos aspectos de la personalidad, distinción y persistencia, tienen una fuerte vinculación con la construcción de la identidad, a la cual modela con características denominadas rasgos o conjuntos de rasgos que, junto con otros aspectos del comportamiento, se integran en una unidad coherente que finalmente describe a la persona. Ese comportamiento tiene una tendencia a repetirse a través del tiempo de una forma determinada, sin que quiera decir que esa persona se comporte de modo igual en todos los casos. Es decir, la personalidad es la forma en que pensamos, sentimos, nos comportamos e interpretamos la realidad, mostrando una tendencia de ese comportamiento a través del tiempo, que nos permite afrontar la vida y mostrarnos el modo en que nos vemos a nosotros mismos y al mundo que nos rodea.

Nos permite reaccionar ante ese mundo de acuerdo al modo de percepción, retro-alimentando con esa conducta en nuestra propia personalidad. Cada persona al nacer ya tiene su propia personalidad con ciertas características propias, que con el paso del tiempo más el factor ambiental y las circunstancias es como se definirá esa persona. La personalidad será fundamental para el desarrollo de las

demás habilidades del individuo y para la integración con grupos sociales.

Según Gordon Allport la personalidad es "la organización dinámica de los sistemas psicofísicos que determina una forma de pensar y de actuar, única en cada sujeto en su proceso de adaptación al medio".

+ : **Desmembrando esa afirmación encontramos que:**

- La organización representa el orden en que se halla estructurada las partes de la personalidad de cada sujeto.
- Lo dinámico se refiere a que cada persona se encuentra en un constante intercambio con el medio que sólo se interrumpe con la muerte.
- Los sistemas psicofísicos hacen referencia a las actividades que provienen del principio inmaterial (fenómeno psíquico) y el principio material (fenómeno físico).
- La forma de pensar hace referencia a la vertiente interna de la personalidad.
- La forma de actuar hace referencia a la vertiente externa de la personalidad que se manifiesta en la conducta de la persona.
- Y es única en cada sujeto por la naturaleza caótica en el que el cerebro organiza las sinapsis.

+ : **Rasgos de personalidad según Gordon Allport:**

- Rasgo cardinal: una característica única que dirige buena parte de las actividades de una persona.
- Rasgos centrales: Como la honestidad y la sociabilidad, por lo general van de cinco a 10 en cualquier persona.
- Rasgos secundarios: Características que inciden en el comportamiento en muchas menos situaciones y ejercen menos influencia que los rasgos centrales o cardinales.

"Los rasgos ofrecen una explicación clara y sencilla de las consistencias conductuales de las personas permitiendo comparar fácilmente a una persona con otra. Los rasgos son características de la personalidad y comportamientos consistentes que se manifiestan en diferentes situaciones. La teoría de los rasgos busca explicar, en forma sencilla, las consistencias en el comportamiento de los individuos."

- : Fundamentos de la personalidad según Gordon Allport

Gordon Allport indicó que podemos considerar a la constitución física, el temperamento y la inteligencia como los "materiales" de la personalidad, aunque experimenten con los años una lenta maduración. Hablamos de estos elementos como los materiales en bruto porque dependen en gran parte (aunque no exclusivamente) de lo que se ha recibido por herencia. De los tres, la constitución física es la más visiblemente ligada a la herencia (de un modo complejo), pero hay pruebas de peso que apoyan la creencia que también el temperamento y la inteligencia están genéticamente determinados.

Llevando la argumentación más lejos, podemos preguntarnos si la fundamental asociación entre la constitución corporal y el temperamento es una correlación innata o se debe a las experiencias de la vida. Consideremos el ejemplo de un muchacho marcadamente delgado y más débil que sus compañeros. No sirve para los deportes y si se pelea le toca siempre perder. ¿Qué ocurrirá? Se desarrollará en él un modo de ser tenso, reservado, inhibido, introvertido. No podemos demostrar que es únicamente la experiencia de la vida lo que explica la correspondencia entre la constitución corporal y el temperamento, pero es probable que influya en ello.

Es necesario incluir la inteligencia entre los materiales de la personalidad, porque la inteligencia está de algún modo estrechamente relacionada con el sistema nervioso central, que pertenece al caudal hereditario del individuo junto con el sistema neuro glandular subyacente a la constitución corporal y al temperamento. Difícilmente podría explicarse de cuantos modos puede diferir el sistema nervioso entre dos individuos en el momento de nacer. Existen amplias variaciones en el número de células cerebrales, en su disposición, metabolismo, conductividad, conexión y disponibilidad para el uso. Cuando las combinaciones son favorables, el individuo está dotado de elevada inteligencia; si son desfavorables la inteligencia será baja; si existen condiciones mixtas, los resultados son intermedios.

+ : **Teorías de la personalidad**

- : Teoría psicodinámica de la personalidad

- ♦ La conducta de una persona es el resultado de una serie de fuerzas psicológicas que operan dentro del individuo y que por lo general se dan fuera de la conciencia.
- ♦ Según esta teoría las personalidades de cada individuo se conforman por tres estructuras:
- ♦ Denominado ello, se encuentra presente en el nacimiento y es inconsciente, se interesa en satisfacer los deseos del niño con el fin de evitar el dolor.
- ♦ La segunda estructura fue denominada por Freud como el Yo, el que se encuentra entre lo consciente y lo preconsciente y que busca satisfacer los deseos del ello en el mundo externo.
- ♦ Súper yo, la persona al llegar a la edad adulta ya no solo busca la satisfacción de deseos, sino que empieza a entrar en juego el componente moral.

- : Teoría de enfoques cognitivos-sociales de la personalidad Bandura

- ♦ Teoría que destaca la influencia de las cogniciones de la persona, pensamientos, sentimientos, expectativa y valores en la determinación de la personalidad.

- : **Definiciones aditivas e integradoras**

Las definiciones aditivas serían aquellas definiciones de la personalidad que la ven como la suma de un conjunto de características. Las integradoras darían un paso más, al enfatizar el carácter organizado y estructurado de esta adicción. Las definiciones de los años 1930 y 1940 iban en este sentido. Henry Murray sería un autor que dio una definición aditiva y Hans Eysenck, quien apostó por la vertiente integradora.

En concreto, Hans Eysenck propuso un modelo de la personalidad estructurado en tres dimensiones (extraversión, neuroticismo y psicoticismo). Por las iniciales de estas tres dimensiones se le ha llamado el modelo PEN. Este modelo tiene una fundamentación psicométrica (análisis factorial).

- : **Definiciones jerárquicas**

Estas definiciones admiten la estructura integrada de los elementos que conforman la personalidad, pero con preponderancia de unos

elementos sobre otros. Dentro de estas teorías, autores psicoanalíticos propusieron una estructura superior determinante fundamental de la conducta del individuo: el superyó. Desde teorías psicológicas científicas se propuso la necesidad de actualización. Ejemplo de estas teorías serían las de Floyd Allport.

- : **Definiciones de ajuste al medio**

Estas definiciones también parten de una integración de elementos, que, para algunos autores, como Walter Mischel se organizarían según el entorno en el que se encontrara el individuo.

Pero la personalidad no solamente consiste en la forma en que un individuo se presenta o es percibido por los demás; la personalidad está conformada por ciertos rasgos que conforman patrones en la forma en que el individuo percibe y se relaciona con el ambiente y las demás personas, pero también consigo mismo, y que se pone de manifiesto en una amplia gama de actitudes y aún de pensamientos, tanto sociales como personales.

- : **Otras definiciones**

En un discurso dirigido a Psicólogos (1957), ante la gran multiplicidad de definiciones disponibles, el Papa Pío XII propone la siguiente definición de personalidad: "La unidad psicosomática del hombre en cuanto determinada y gobernada por el alma".

+ : **Estudios**

El estudio científico de la personalidad, siguiendo a los psicólogos norteamericanos Carver & Scheier (1997), comprende dos grandes temas: el funcionamiento intrapersonal (intrapsíquico o simplemente psiquismo) y las diferencias individuales. El funcionamiento intrapersonal hace referencia a la organización psíquica -interna, privada y no observable directamente- que cada persona construye en forma única durante el transcurso de su vida; este campo abarca los grupos de teorías psicoanalíticas (Sigmund Freud, Melanie Klein) y fenomenológicas (Carl Rogers). Las diferencias individuales son el conjunto de características o rasgos que diferencian a una persona de las demás; a esta aproximación le corresponden las teorías de los rasgos (Hans Jurgen Eysenck, Raymond Cattell) y las conductuales (John Watson, B. F. Skinner,

Albert Bandura). Conceptualmente es posible contraponer el constructo "individualidad", propuesto por autores como Alberto Merani (1979), al de diferencias individuales.

- : **Un modelo de factores primarios**

R. B. Cattell propuso un modelo estructural a partir del análisis léxico del idioma inglés. Recogió más de 4000 vocablos relativos a disposiciones estables de la conducta (en su mayoría formaba pares de antónimos).

Una vez recogidos, los agrupó en 160 grupos, añadiendo 11 más correspondientes a términos derivados de la literatura psicológica previa. A partir de ellos, Cattell llegó a 16 rasgos fuente, con los que elaboró el cuestionario 16 PF.

El modelo ha sido criticado por contener demasiados factores.

- : **Un modelo de tipos**

Hans Eysenck propuso un modelo de la personalidad estructurado en tres dimensiones (extraversión, neuroticismo y psicoticismo). Por las iniciales de estas tres dimensiones se le ha llamado el modelo PEN. Este modelo tiene una fundamentación psicométrica (análisis factorial).

- : **Modelo de los Cinco Grandes**

Artículo principal: Modelo de los Cinco Grandes

Actualmente, y debido a una larga investigación y acumulación de conocimientos durante años, se acepta como modelo más cercano al constructo de Personalidad el Modelo de los Cinco Grandes, en el cual se considera que los factores que subyacen a la personalidad son la Extraversión, Neuroticismo, Amabilidad, Apertura a la Experiencia y la Responsabilidad.

- : **La Entrevista Estructural de Otto Kernberg**

La evaluación de la personalidad puede hacerse a través de diferentes técnicas, y una de ellas es la entrevista estructural que propone el autor Otto Kernberg. Este tipo de entrevista fue elaborada para llevar a cabo la evaluación de la organización estructural interna del paciente y debe realizarse en 1 o 2 sesiones,

con un máximo de 3. De esta manera, las estructuras de la personalidad que propone este autor son las siguientes:

- Personalidad normal: el paciente no presenta características que concuerden con ningún trastorno de personalidad.
- personalidad de tipo neurótico: engloba los trastornos de personalidad menos graves.
- Personalidad de tipo limítrofe: engloba los trastornos de personalidad más severos.
- Personalidad de tipo psicótico: son características que, en caso de darse, hacen que podamos deducir que la persona no presenta un trastorno de personalidad.

Con los resultados obtenidos se puede hacer una valoración sobre el pronóstico del paciente para poder elaborar así el tratamiento más adecuado. Esta entrevista se divide en 3 fases

- Fase Inicial: en ella se evaluarán todos los síntomas que presente el paciente para comprobar si son compatibles con la presencia de algún trastorno de la personalidad. Se preguntará al paciente porqué ha solicitado nuestra ayuda y qué es lo que espera obtener de estas sesiones. Con estas respuestas el entrevistador puede empezar a hacerse una idea de la organización estructural interna del paciente.
- Fase Media: Los aspectos en los que se profundizará en la realización de la entrevista para comprobar la estructura de la personalidad son:
    - Identidad del yo: hay que comprobar si la persona tiene un concepto correcto y realista de sí mismo y de la realidad que le rodea, mencionando los aspectos positivos y negativos de todos ellos (familia, amigos, entorno laboral, vida en pareja…).
    - Juicio de realidad: el objetivo es identificar si existen o no alucinaciones y evaluar su comportamiento y conductas dentro del ámbito social.
    - Mecanismos de defensa: según el tipo de mecanismos utilizados nos podemos inclinar por un tipo de personalidad neurótica, límite o psicótica.
- Fase de terminación: se comunicará al paciente que la entrevista ha concluido. Después se explicará al paciente

cual es nuestra conclusión tras le entrevista y cual sería el tratamiento más beneficioso para él. También hay que resolver cualquier tipo de duda que el paciente tenga con respecto al tratamiento o con cuestiones que no le hayan quedado lo suficientemente claras.

*** : Influencias del ambiente en la personalidad**

Se han realizado estudios en los cuales los factores socioculturales implican en la personalidad; es decir, el ambiente en el cual uno se encuentra afectará positiva o negativamente la personalidad del individuo. En el artículo escrito por Viviana Lemos nos demuestra cómo factores socioculturales inciden en la personalidad. Uno de los principales componentes en su estudio es analizar cómo la pobreza afecta la personalidad del individuo. El artículo expone varias encuestas realizadas a niños de diferentes sectores pobres y ricos y muestra cómo la pobreza influye en la personalidad del niño negativamente.

Al no tener acceso a educación, comida y otros recursos, los niños pobres son vulnerables a tener una personalidad con rasgos negativos. Por medio de estadísticas y cuestionarios realizados, el estudio muestra la realidad y cómo es la personalidad de los niños que viven en países pobres en comparación con otros que no son pobres. El estudio fue administrado para ver de qué forma la pobreza afecta al individuo, buscar maneras para que se mejore y tener una mejor calidad de vida. «Teniendo en cuenta que los factores disposicionales y socioambientales no son elementos separados, sino que deben ser vistos holísticamente, como sistema persona-medio que funciona como una totalidad», En consonancia con ello, se ha observado que los rasgos específicos predicen eventos estresantes más de vida.

Capítulo XXIV : Las emociones

*** : Que son las Emociones.**

https://psicopedia.org/1369/emociones-que-son-cuantas-hay-como-determinan-nuestra-conducta/#%C2%BFQue-es-una-emocion.

Existen múltiples definiciones de la emoción, pero la que sigue nos ha parecido de las más acertadas:

«Una emoción es un estado psicológico complejo que implica tres componentes distintos: una experiencia subjetiva, una respuesta fisiológica, y una respuesta conductual o expresiva». (Hockenbury y Hockenbury, 2007)

Para entender mejor lo que las emociones son, vamos a centrarnos en los tres elementos clave antes mencionados.

+ : **La experiencia subjetiva**

Aunque los expertos creen que hay una serie de emociones básicas universales que son experimentadas por personas de todo el mundo independientemente de su origen o de su cultura, los investigadores también creen que la experiencia de la emoción puede ser muy subjetiva y forma parte de la personalidad.

Además, no siempre experimentamos formas «puras» de cada emoción, ni las mismas emociones se manifiestan ante acontecimientos o situaciones de la vida similares.

+ : **La respuesta fisiológica**

Si alguna vez has sentido un nudo en el estómago, o fuertes palpitaciones en el corazón debido a la ansiedad o el miedo,

entonces sabrás que las emociones también pueden causar reacciones fisiológicas importantes que dependen del temperamento.

Muchas de las reacciones físicas que se experimentan durante una emoción, como la sudoración de las manos, el ritmo cardíaco acelerado, la respiración rápida, son controlados por el sistema nervioso simpático, una rama del sistema nervioso autónomo que controla las respuestas involuntarias del cuerpo.

Mientras que los primeros estudios sobre la fisiología de las emociones tienden a centrarse en estas respuestas autonómas, la investigación más reciente se ha centrado en el papel del cerebro en las emociones.

Los escáners cerebrales han demostrado que la amígdala, parte del sistema límbico, juega un papel importante en la respuesta fisiológica emocional, y en particular en el miedo.

+ : **La respuesta conductual**

El componente final es tal vez con el estamos más familiarizados, por ser la expresión real de la emoción. Gastamos una cantidad significativa de tiempo en interpretar las expresiones emocionales de las personas que nos rodean y dependen del carácter de cada persona.

Nuestra capacidad de comprender con precisión estas expresiones está ligada a lo que llamamos inteligencia emocional y estas expresiones juegan un papel importante en nuestro lenguaje corporal en general.

Los investigadores creen que muchas expresiones son universales, como la sonrisa para indicar felicidad o placer, o el ceño fruncido para expresar tristeza o disgusto. Pero las normas culturales también juegan un papel importante en la forma de expresar e interpretar emociones. En Japón, por ejemplo, las personas tienden a ocultar las manifestaciones de miedo o disgusto cuando se encuentran en presencia de una figura de autoridad. Pero en general, el rostro y los gestos reflejan lo que sentimos al recibir las señales que nos suministran nuestros sentidos, que al ser evaluadas en la memoria, las denominamos como emociones.

*** : ¿Cuántas emociones hay?**

En realidad, hay un número de diferentes teorías de la emoción que intentan identificar y clasificar la experiencia emocional humana. En 1972, el psicólogo Paul Eckman sugiere que existen seis emociones básicas que son universales a lo largo de las culturas humanas: miedo, asco, enfado, sorpresa, felicidad y tristeza.

En 1999 se amplió esta lista para incluir una serie de emociones básicas como la vergüenza, la excitación, el desprecio, la vergüenza, el orgullo, la satisfacción y la diversión. Durante la década de 1980, Robert Plutchik introdujo otro sistema de clasificación de la emoción conocida como la «rueda de las emociones».

Este modelo demuestra cómo las diferentes emociones pueden ser combinados o mezclados entre sí, del mismo modo en que un artista mezcla colores primarios para crear otros colores.

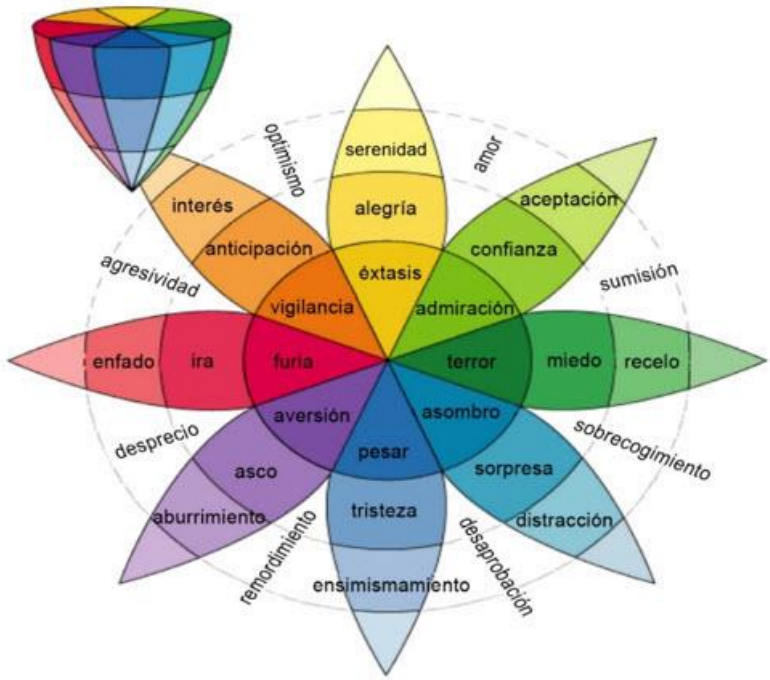


Figura 4.24.1. Las Emociones

Plutchik sugiere que hay 8 dimensiones emocionales primarias y contrapuestas: alegría frente a tristeza, ira frente a miedo, confianza frente a disgusto y sorpresa frente a anticipación. Estas emociones, pueden combinarse en una gran variedad de formas. Por ejemplo, la felicidad y la anticipación pueden combinarse para crear el optimismo.

+ : **¿Es lo mismo emoción que estado de ánimo?**

En el lenguaje cotidiano, utilizamos a menudo los términos «emociones» y «estados de ánimo» de manera intercambiable, pero los expertos hacen distinciones entre los dos. ¿Cómo se diferencian? Una emoción es normalmente bastante corta, al mismo tiempo que intensa.

Las emociones son también propensas a tener una causa definida e identificable. Por ejemplo, después de estar en desacuerdo con un amigo en una conversación, es posible que nos sintamos enojados por un corto período de tiempo.

Por su parte, un estado de ánimo es por lo general mucho más suave que una emoción, pero de mayor duración. En muchos casos, puede ser difícil identificar la causa específica de un estado de ánimo. Por ejemplo, es posible sentirse triste durante varios días sin ninguna razón aparente o identificable.

Las emociones se absorben en el cuerpo en aproximadamente seis segundos

Cada explosión de productos químicos emocionales, desde el momento en que se produce en el hipotálamo hasta el momento en que se descompone y absorbe por completo, tiene una duración de aproximadamente seis segundos.

Si sentimos algo por más de seis segundos estamos, de algún modo incluso no consciente, eligiendo recrear y reabastecer esas sensaciones. A veces eso es bueno: si el tigre aún te persigue, esa descarga química vinculada al miedo te ayudará a salvar la vida.

A veces, sin embargo, no es tan bueno. Pero reconocer qué emoción estamos sintiendo, evaluar su propósito en relación con nuestras circunstancias y decidir si recrearla o no es de lo que trata la inteligencia emocional.

*** : Emociones positivas**

Proporcionan una acentuación en el bienestar del individuo ya que consumen menos energía para producir la oxitocina y Noradrenalina que a la vez producen impulsos regeneradores de ATP.

Emociones Positivas				
Amor	Autonomía	Concentración	Alivio	Simpatía
Alegría	Honorabilidad	Templanza	Orgullo	Templanza
Generosidad	Optimismo	Tolerancia	Empatía	Tolerancia
Gozo	Satisfacción	Motivación	Integridad	Motivación
Afecto	Seguridad	Felicidad	Apego	Felicidad
Júbilo	Simpatía	Firmeza	Aprobación	Firmeza
Compasión	Cariño	Fortaleza	Suficiencia	Fortaleza
Esperanza	Estima	Ilusión	Armonía	Ilusión
Libertad	Comprensión	Interés	Honestidad	
Logro	Entusiasmo	Confianza	Humildad	
Justicia	Solidaridad	Cuidado	Omnipotencia	
Agradecimiento	Respeto	Apoyo	Encanto	
Aceptación	Pasión	Contento	Euforia	
Acompañamiento	Paz	Dignidad	Éxtasis	
Bondad	Placer	Enérgico	Autonomía	
Admiración	Compromiso	Alborozo	Honorabilidad	
Apreciación	Fervor	Vitalidad	Optimismo	
Benevolencia	Competencia	Complacencia	Satisfacción	
Amabilidad	Plenitud	Concentración	Seguridad	

Estas Emociones generan una mayor actividad en el Córtex prefrontal izquierdo y en Precórtex, la sensación de tranquilidad (Estado de reposo de las moléculas en las membranas celulares), también equivale un menor consumo de energía.

*** : Emociones variables**

Son transitorias, pueden ocasionar momentos de euforia para luego decaer en frustración yo desencanto, necesitan de mucho control, porque pueden desencadenar hechos que después hay que lamentar.

Emociones Variables		
Nostalgia	Rebeldía	Desdén
Añoranza	Rechazo	Regocijo
Lujuria	Pertenencia	Exaltación

Unidad	Compromiso	Apatía
Atracción	Dicha	Ecuanimidad
Alarma	Repudio	Apatía
Asombro	Resentimiento	Inspiración
Valentía	Reserva	Seriedad
Alteración	Persecución	Trance
Soberbia	Obligación	Obstinación
Vulnerabilidad	Ostentación	Arrojo
Valoración	Excitación	Desdén
Tentación	Dominación	Regocijo
Paciencia	Extrañeza	Exaltación
Sorpresa	Inconformidad	Condescendencia
Ambivalencia	Incredulidad	Ecuanimidad
Ternura	Resignación	Sumisión
Deseo	Indiferencia	Sosiego
Timidez	Intrepidez	Nostalgia
Tranquilidad	Intriga	Cercanía
Arrepentimiento	Invasión	Congoja
Paranoia	Impulsivo	Duda
Turbación	Calma	
Frenesí	Consuelo	
Confusión	Inquietud	
Serenidad	Correspondencia	
Sometimiento	Curiosidad	

Estas Emociones generan mucha actividad en el Córtex prefrontal izquierdo y en Precórtex, pero hay un estado de alerta (Ionización de las membranas de las neuronas), que disminuye esa sensación de tranquilidad (Estado de reposo de las moléculas en las membranas celulares), Hay un consumo de energía moderado.

*** : Emociones negativas**

Inciden negativamente en la salud, ya que consumen grandes cantidades de energía ATP para producir la Adrenalina y Dopamina generando descontrol del sistema, necesitando recuperar esa energía de carbohidratos.

Mayor actividad en el córtex prefrontal derecho y en el precórtex, generan un estado de alerta que equivale a un alto consumo de energía en las membranas celulares.

Esas emociones negativas, por su actividad neuronal también producen un malestar general que repercute en el aspecto psicológico o desagrado, es una especie de respuesta preventiva del organismo ante el consumo forzado de energía en las membranas celulares. Las más estudiadas y las más conocidas son el miedo, la ira, la tristeza o la ansiedad.

Emociones negativas				
Necesidad	Menosprecio	Estrés	Celos	Disgusto
Tristeza	Mezquindad	Duelo	Culpa	Lástima
Melancolía	Miedo	Enjuiciamiento	Censura	Desidia
Abandono	Molestia	Enojo	Cólera	Disforia
Aburrimiento	Fastidio	Envidia	Contrariedad	Exasperación
Abuso	Fobia	Ofendido	Dependencia	Remordimiento
Ausencia	Fracaso	Espanto	Depresión	Agravio
Desmotivación	Fragilidad	Entristecimiento	Derrota	Obnubilación
Asustado	Frustración	Estupor	Desaliento	Aflicción
Amargura	Furia	Impaciencia	Desamparo	Decepción
Angustia	Soledad	Desconfianza	Desánimo	Disgusto
Agresión	Rencor	Impotencia	Desasosiego	Lástima
Agobio	Rabia	Desconcierto	Desconsideración	Desidia
Ansiedad	Recelo	Incapacidad	Abatimiento	Disforia
Asco	Panuco	Incompatibilidad	Desconsuelo	Exasperación
Vacilación	Imperturbabilidad	Incomprensión	Desdicha	Remordimiento
Valentía	Parálisis	Desventura	Resquemor	Agravio
Fastidio	Pavor	Indignación	Desencanto	Obnubilación
Venganza	Preocupación	Inestabilidad	Desesperación	Aflicción
Vergüenza	Prepotencia	Infelicidad	Desgano	Decepción
Vacío	Pudor	Inferioridad	Desilusión	Disgusto
Hastió	Desprotección	Injusticia	Desolación	Lástima
Hostilidad	Pesimismo	Destrucción	Petrificación	Desidia
Humillación	Incongruencia	Desamor	Desorientación	Disforia
Temor	Pena	Insatisfacción	Desprecio	Exasperación
Terquedad	Pereza	Inseguridad	Hambruna	Remordimiento
Terror	Pesadumbre	Insuficiencia	Desprestigio	Agravio
Traición	Odio	Intolerancia	Desvalimiento	Obnubilación
Lastima	Enfado	Ira	Devaluación	
Manipulación	Engaño	Irritación	Dolor	

El malestar que provocan estas emociones va acompañado de una activación fisiológica, es decir, una manera de reaccionar de nuestro cuerpo, que suele ser desagradable y también una conducta eficaz que por ejemplo nos ayude a evitar una amenaza, a expresar enérgicamente una queja cuando detectamos un abuso o a mostrar nuestra tristeza por una pérdida importante.

Es curioso además que, independientemente de nuestro lugar de origen, en la cara se reflejan y reconocen estas emociones. Una expresión de enfado provoca rechazo en las personas que están alrededor y sin embargo una cara de tristeza incitará el acercamiento de aquellos que estén más próximos.

Otra emoción negativa, el asco, también con una expresión reconocida universalmente, está ligada a la supervivencia pues nos protege por ejemplo de comer alimentos en mal estado. Aunque otras emociones negativas como la ansiedad o la culpa no están ligadas a ninguna expresión facial, sí hay una serie de signos externos que ayudan a identificarlas como la inquietud, la tensión, la preocupación o el nerviosismo.

Cuando el malestar y la activación fisiológica que provocan las emociones negativas se mantienen en el tiempo y se hacen crónicas es cuando hablamos de desórdenes emocionales. Es esencial para la prevención de estas situaciones tener una buena información y desarrollar habilidades para poder manejar las emociones. Estos recursos ayudarán a que los estados negativos no lleguen a ser tan intensos y por tanto preservarán nuestra salud.

+ : **Emociones negativas y salud física**

En la actualidad existe consenso acerca de que los factores psicológicos pueden desempeñar un papel esencial en la historia natural de las enfermedades médicas. Factores como las conductas relacionadas con la salud, nuestros estados psicológicos sentimentales o emocionales, las características personales y los modos de afrontamiento, han demostrado ser de especial relevancia en este sentido (Oblitas, 2004).

Esta afirmación es coherente con la evidencia científica actual que indica que cualquier denominado trastorno físico u orgánico suele implicar igualmente, y a distintos niveles, alteraciones psicológicas, y viceversa (Oblitas & Becoña, 2000). Entre estos factores psicológicos se encuentran el bajo control sobre emociones como el miedo, la tristeza y la ira, que son reacciones emocionales negativas, que producen efectos colaterales que se manifiestan de diferentes formas clínicas: la ansiedad, la depresión y la iracibilidad persistente.

*** : Las facultades mentales**

Lóbulo Occipital (Naranja)**.** En el lóbulo occipital reside la corteza visual y por lo tanto está implicado en nuestra capacidad para ver e interpretar lo que vemos.

Lóbulo Parietal (Verde). El lóbulo parietal tiene un importante papel en el procesamiento de la información sensorial procedente de varias partes del cuerpo, el conocimiento de los números y sus relaciones y en la manipulación de los objetos.

Lóbulo Temporal (Azul). Las principales funciones que residen en el lóbulo temporal tienen que ver con la memoria. El lóbulo temporal dominante está implicado en el recuerdo de palabras y nombres de los objetos. El lóbulo temporal no dominante, por el contrario, está implicado en nuestra memoria visual (caras, imágenes,…).

Lóbulo Frontal (Rojo). El lóbulo frontal se relaciona con el control de los impulsos, el juicio, la producción del lenguaje, la memoria funcional (de trabajo, de corto plazo), funciones motoras, comportamiento sexual, socialización y espontaneidad. Los lóbulos frontales asisten a la planificación, coordinación, control y ejecución de las Fconductas.

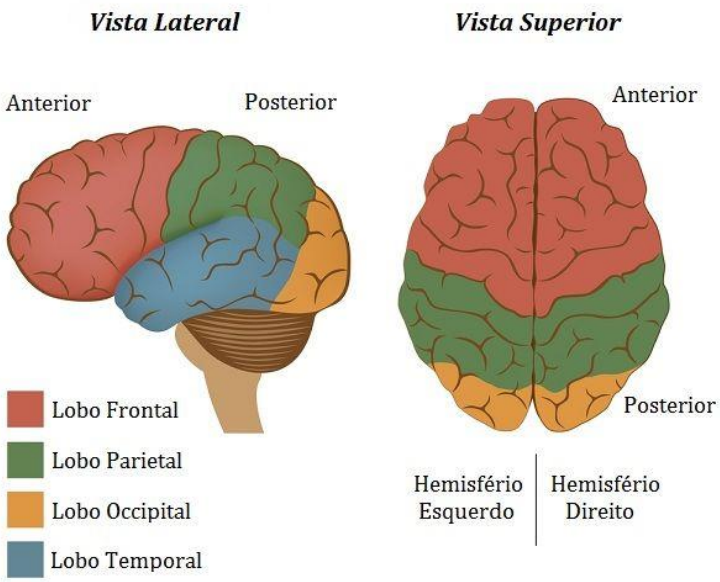


Figura 4.24.2. Las Emociones en el cerebro

+ : Raciocinio Cognitivo Lógico Voluntario (RCLV)

La capacidad cognitiva es la capacidad de comprender y conocer el proceso mental a través de procesos de interpretación. El término proviene del latín Cognitione y significa adquirir conocimiento a través de la percepción. Los Sistemas Cognitivos forman parte de la Cognición, que es un conjunto de técnicas y percepciones, preestablecidas por los organizadores, cuya capacidad es lidiar con el entorno externo y determinadas acciones. Los sistemas son una respuesta a la interacción con otros seres humanos y el medio ambiente, basados en el principio de que cada individuo tiene su propia identidad.

Veíamos que el estímulo sensorial se dirige al tálamo que lo evalúa y consulta el Córtex Cingulado Anterior, de ahí al hipotálamo, que lo reenvía al Córtex Frontal, luego al tálamo anterior, de ahí al córtex cingulado del que depende la experiencia emocional, volviendo al hipotálamo a través del hipocampo, ese conjunto de datos recopilados en segundos, representan la diferencia con los demás animales, que aunque algunos tienen casi el mismo conjunto cerebral, el ser humano con su lógica hace la diferencia.

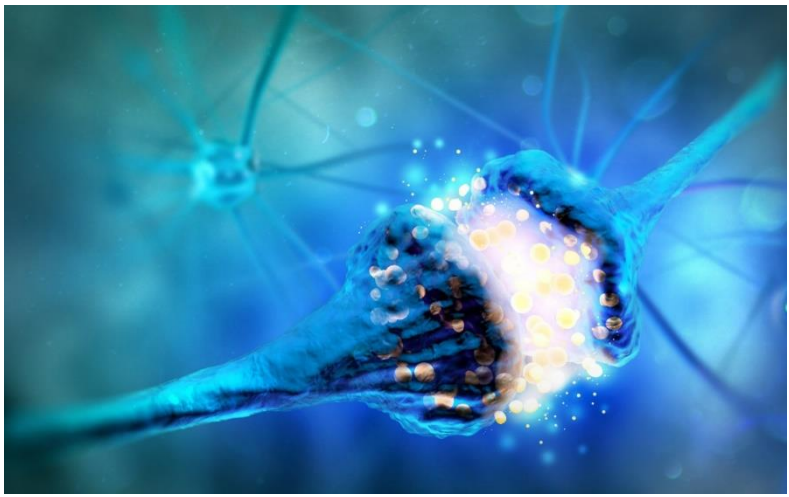


Figura 4.24.3. Sinapsis neuronal

La ciencia que estudia los sistemas cognitivos se llama Ciencias Cognitivas, y analizan todos los comportamientos para comprender cuál es el proceso de la imaginación, el pensamiento y la acción

humanos; a través de él es posible comprender y simular las acciones y reacciones, generadas por la percepción y el razonamiento lógico del cerebro. El área de Medicina encargada de este tipo de estudios es Lingüística, Psicología, Filosofía, Neurociencia y también Inteligencia Artificial.

- **Atención:** capacidad para concentrarse en diferentes situaciones y problemas. Se forma involuntariamente por reacciones externas, involuntariamente y también voluntariamente, cuando está predeterminado.
- **Juicio** - responsable del acto de conciencia, es decir, de lo que la persona piensa que es su verdad.
- **Razonamiento:** combinar el correcto desarrollo del pensamiento con la capacidad de llegar a una conclusión coherente.
- **Discurso:** capacidad para comunicarse y expresar el pensamiento lógico con palabras, utilizando la voz y otras habilidades de comunicación.
- **Memoria:** son imágenes, expresiones y conocimientos, o incluso situaciones y experiencias pasadas, capturadas durante la vida que se registran en el cerebro.
- **Imaginación:** desarrollo mental, compuesto de recuerdos y percepciones registrados (llamado imaginación reproductiva) y otras imágenes (llamado imaginación creativa). La Imaginación Creativa se clasifica como Fantasía, vista como incontrolable y generalmente expresada por manifestaciones artísticas, o como Imaginación Constructiva, controlada por objetos y ampliamente estudiada por la Filosofía.

Se denomina la acción de “Pensar” a la utilización de ese lóbulo Frontal en su condición de evaluador máximo con acceso a todo el sistema de memoria y su control directo a las funciones motoras del organismo.

Esa función de “Pensar” que no es otra cosa que el beneficio de poder “Raciocinar”, “Evaluar”, “Juzgar” y “Calcular”, condiciones que nos dan la superioridad sobre los demás seres vivientes.

Ser Racionales nos permite evaluar todas las informaciones recibidas, comparándolas y determinar si sirven o no sirven, con la

condición de que puede ser una decisión voluntaria contraria a la memoria de los instintos.

Ese Raciocinio nos permite tener un dominio total sobre las Emociones resultantes de las sensaciones producidas por los Estímulos, pero para que eso sea realidad, es necesario un aprendizaje continuo para conseguir un control efectivo de esas emociones que realmente muy pocas personas consiguen y que es el mayor logro de las religiones orientales.

Hay que tener en cuenta que las emociones son fenómenos físicos que responden a activaciones de energía y el "Ser Racional" si quiere el control sobre esos impulsos debe de aprender a dominar esa energía para poder mantener el control sobre la respuesta a esas emociones.

+ : **Componente cognitivo**

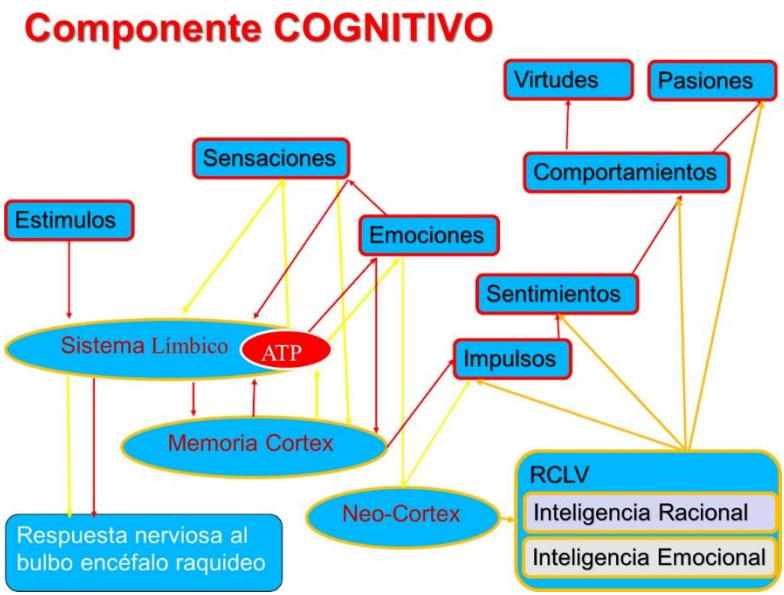


Figura 4.24.4. Componente cognitivo

El mayor regalo de la naturaleza para el ser humano es el Raciocinio, que va acompañado por la cualidad de ser comparativo, que se denomina como una deducción lógica, agregando la posibilidad de adquirir conocimiento o sea aprender constantemente y para completar, es una actividad que puede ser voluntaria de la mente.

En su conjunto, representan el Raciocinio Cognitivo Lógico Voluntario y eso nos diferencia, nos coloca en la cúspide de la pirámide trófica, pero a la vez, nos hace responsables de lo que sucede hoy en el mundo.

También existen los denominados Trastornos del Comportamiento Cognitivo, que son disfunciones cerebrales que afectan el razonamiento lógico y la capacidad de percibir la realidad. Psicólogos y especialistas recomiendan el tratamiento a través de la Terapia Cognitivo-Conductual, que busca desentrañar qué acciones llevaron a la consecuente falta de conexión de los sistemas cognitivos.

*** : Emociones, raciocinio y los comportamientos**

La memoria juega un importante papel y es allí donde influye mucho la educación del niño para definir sus impulsos que determinan los comportamientos posteriores atendiendo a las Emociones resultantes de estímulos recibidos.

La cualidad de ser racional, nos permite dominar los impulsos instintivos de respuesta, según sea la emoción, para eso la educación y el aprendizaje de los primeros años es definitiva, en la pretensión de vivir en paz y en armonía con el medio. Todas las religiones tienen sus doctrinas basadas en estas leyes de control para eso impulsos instintivos.

DESPRECIO	MALESTAR	MIEDO	CÓLERA	SERENIDAD	ASOMBRO	ALEGRÍA	LEALTAD
Medio		Alto		Bajo		Alto	
CONSUMO ADICIONAL DE ENERGÍA				CONSUMO NORMAL DE ENERGÍA			
Desprecio Enfado Rechazo Desinterés	Malestar Mala fama Descontento Inseguridad	Miedo Consternación Temor Vacilación	Tristeza Vergüenza Depresión Fatiga	Seguridad Contentamiento Valor Serenidad	Confianza Atracción Admiración Asombro	Energía Confianza Conducir Alegría	Interés Aceptación Amabilidad Lealtad
EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR
ACTIVO		PASIVO		ACTIVO		PASIVO	
INESTABILIDAD EMOCIONAL- DESEQUILIBRIO				ESTABILIDAD EMOCIONAL - EQUILIBRIO			
Nivel de compromiso negativo				Nivel de compromiso Positivo			

Figura 4.24.5. Emociones y consumo de energía

Esa energía se comporta como una especie de batería que se carga o se descarga de acuerdo con las vivencias del individuo, si obedece los preceptos naturales de respeto por los semejantes, tiene carga

positiva, si actúa contra esos principios y valores establecidos para mantener ese respeto, se genera una energía negativa.

Por eso el ser humano nace después de nueve meses de gestación, y nace sin tener nada en el cerebro que se activa sólo después de que el líquido amniótico es expulsado al nacer y al entrar el oxígeno del aire en el cerebro, se inicia el proceso vital que describimos y desde ese momento se empieza a grabar en la memoria la información que va a llevar durante toda su vida.

Los animales, por el contrario, llevan un mensaje genético que permite que los ovíparos, por ejemplo, desde el momento en que rompen el cascarón, ya picotea y sabe que picoteando adquiere la comida y no necesita de su madre para sobrevivir, un niño humano recién nacido si no tiene a su madre o a alguna persona que lo guíe y le suministre lo que necesite, muere irremediablemente.

+ : **Las Sensaciones y el consumo de energía**

Las sensaciones son las activadoras de las emociones, las sensaciones se producen

- **Sensaciones Visuales:** sus unidades receptoras son los bastones y conos epiteliales de la retina ocular que traducen la frecuencia y amplitud de la onda descrita por los fotones en una señal eléctrica usando la energía que obtiene de los electrones en el ATP para transmitir al cerebro, que también usa ATP para consultar en la memoria la información que corresponde al estímulo recibido que le informará sobre la forma, tamaño, movimiento o color de los objetos. Resumiendo, su estímulo son los fotones impactados por lo que llamamos de luz, que ya explicamos detalladamente.
- **Sensaciones auditivas:** su unidad receptora es la membrana basilar del caracol, que activa los epitelios auditivos en un trabajo mecánico que interpreta las vibraciones del tímpano activado por la frecuencia y amplitud de onda del sonido, convirtiendo eso en señales eléctricas que obtiene del ATP para enviarlas al cerebro, que igualmente usa ATP para consultar en la memoria que le traduce la frecuencia y tono, determinando la identificación de los objetos. Sus estímulos son todas las ondas sonoras.

- **Sensaciones Olfativas:** su unidad receptora es la membrana pituitaria nasal. Informa del olor. Sus estímulos son las sustancias químicas en el aire, que son detectados por los epitelios olfativos que traducen esa señal química y la convierten en una señal eléctrica que obtienen del ATP para enviar al cerebro que la revisa en la memoria usando igualmente el ATP para obtener la energía necesaria para determinar de donde proviene, o que lo causa para emitir una respuesta.
- **Sensaciones gustativas:** sus unidades receptoras son las papilas gustativas de la lengua. Informan del sabor, del valor químico del material (dulce, ácido, amargo). Sus estímulos son las sustancias químicas en solución. También se activa por medios químicos y sus epitelios traducen esos sabores en señales eléctricas que obtienen del ATP para enviarlas al cerebro que, usando los fotones de los electrones del ATP, consulta en la memoria, para luego usando igual el ATP para ordenar la respuesta que activa los procesos metabólicos de gusto o rechazo, preparando el organismo para recibirlos.
- **Sensaciones táctiles**: sus unidades receptoras son un conjunto de receptores especiales instalados en la piel. Informa del tamaño y textura de los objetos. Sus estímulos son el contacto y presión de la piel con los objetos.
    - **Sensaciones térmicas:** sus unidades receptoras son los corpúsculos de Ruffine y de Krause de la piel que traducen esa señal y la convierten en una señal eléctrica con energía que obtienen del ATP que envían al cerebro que a través de la memoria obtiene la información sobre la temperatura del aire o de los objetos (ardiente caliente, frío, fresco). Sus estímulos son los cambios de temperatura.
    - **Sensaciones doloríficas:** sus unidades receptoras son terminaciones nerviosas llamadas nocireceptores que se encuentran en la piel, tejido que rodea a los músculos; en los órganos internos, membrana que recubren los huesos, y en la córnea del ojo. Informan del dolor, grado de daño o lesión al cuerpo. Sus estímulos son excitantes, intensos, presión, grietas en la piel.

    - **Sensaciones kinestésicas:** sus unidades receptoras se encuentran en los músculos profundos y articulaciones. Informan sobre la ubicación, tensión, resistencia y movimiento del cuerpo y de los miembros. sus estímulos son de articulaciones, presión de la piel.
- **Sensaciones de orientación:** sus unidades receptoras son los canales semicirculares del oído interno y el órgano vestibular. Informa sobre los movimientos de rotación y desplazamiento del cuerpo. Sus estímulos son las posturas corporales y también usan señales eléctricas.
- **Sensaciones cenestésicas:** sus unidades receptoras son las terminaciones nerviosas de las membranas de los órganos internos. Informa sobre el estado vital de los órganos y del organismo como totalidad en relación con estados afectivos vitales y envían esa información al cerebro usando señales eléctricas. Sus estímulos son la fisiología digestiva, respiratoria, muscular y otros.

Cada señal de los sentidos es dirigida a un punto de recolección en el tálamo donde comienza el ciclo en el sistema límbico que efectúa su evaluación, clasificación y consulta en la memoria del córtex y emite la respuesta desde el neocórtex, en una sincronía total que mantiene el cuerpo en funcionamiento en sus dos estados, consciente y subconsciente, además de realizar todas las tareas que corresponden al inconsciente para mantener el organismo en funcionamiento, esto genera un alto consumo de energía.

*** : ¿Dónde se sienten las emociones en el cuerpo?**

Ilustración de Maya Chastain.

¿Alguna vez ha dicho que tenía "pies fríos", "una reacción intestinal" o "un escalofrío en la columna vertebral"? Probablemente no pensaste nada en eso, pero esos clichés tienen más verdad de lo que piensas. El mapeo emocional del cuerpo puede mostrarle por qué.

De la misma manera que la ansiedad y la depresión pueden causar síntomas físicos, las emociones pueden “sentirse” como si se estuvieran acumulando en una o más partes de su cuerpo. Los sentimientos son nuestra forma principal de interactuar con el

mundo, sin embargo, muchos de nosotros no nos detenemos y desentrañamos cómo nos impactan.

Si alguna vez ha tenido problemas para nombrar una emoción, comprender el concepto de sentimientos físicos y dónde viven puede ayudarlo a sentirse más en sintonía con su cuerpo.

Es posible que el mapeo corporal no sea una solución concreta para todos, pero si alguna vez ha necesitado un poco de ayuda para descifrar sus sentimientos, este podría ser un buen lugar para comenzar. Además, hablamos con terapeutas somáticos para obtener consejos sobre cómo sintonizar cuando esté listo para conectarse mejor con su cuerpo.

+ : **¿Localizar ls emociones realmente funciona?**

Figura 4.24.6. Cuando sentimos las Emociones

Es posible que haya oído hablar de la rueda de emociones, que puede ayudarlo a categorizar las emociones para comprender mejor lo que está sintiendo. El mapeo emocional del cuerpo es otra opción y, al igual que con la rueda, su eficacia depende de la persona.

+ : **Entonces, ¿exactamente dónde descansan las emociones en nuestros cuerpos?**

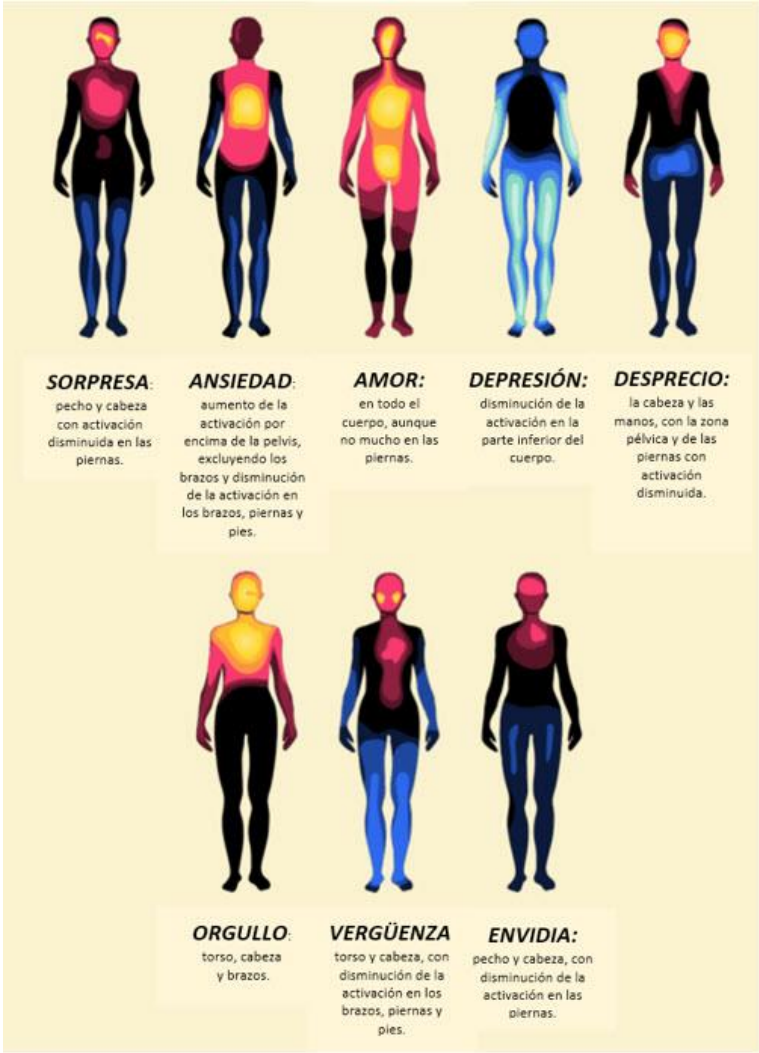


FIGURA 4.24.7. Donde sentimos las emociones

La investigación sobre mapeo corporal es limitada hasta ahora. Enrico Glerean, el experto en computación y estadística de dos estudios sobre mapeo corporal, dice que los investigadores están "recopilando algunos datos más, pero los experimentos aún están en progreso, por lo que es demasiado pronto para obtener resultados preliminares".

Así que piense en el mapa corporal como una herramienta que, como los medicamentos, no es única para todos. Es solo una pieza en un kit más grande para aprender a comunicarse con su cuerpo.

Según un estudio de 2014 de Glerean y sus colegas, estas son las 13 emociones y las partes del cuerpo correspondientes que activan (o no activan). Al igual que en un mapa de calor, el aumento de la actividad se corresponde con colores más cálidos (rojo, naranja, amarillo), mientras que las respuestas disminuidas se corresponden con colores más fríos (azul, verde, índigo).

Si encuentra que estos mapas son precisos para sus sentimientos, pueden ayudarlo a comprender los cambios metafísicos y cómo las emociones afectan su bienestar.

*** : ¿Cómo probaron esto?**

Para crear estos mapas corporales, los investigadores plantearon la hipótesis de que diferentes emociones se corresponden con diferentes reacciones físicas. Pidieron a 701 personas que colorearan en una silueta corporal las regiones donde sentían que aumentaban o disminuían la actividad a medida que reaccionaban a varios estímulos.

Los estímulos a los que estaban expuestos eran muy parecidos a los que encontramos en la vida real: fragmentos de películas, conversaciones y expresiones faciales de sorpresa. Los resultados mostraron que, para el grupo de participantes, diferentes emociones impactaban consistentemente áreas similares del cuerpo.

Un estudio de 2018 realizado por los mismos investigadores encontró que la intensidad de las emociones estaba directamente relacionada con la intensidad de las sensaciones mentales y físicas. En otras palabras, cuanto más fuerte es el sentimiento en su cuerpo, más fuerte es el sentimiento en su mente.

Esto los llevó a creer que los sentimientos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Negativo (desagradable), como ira, miedo, ansiedad y vergüenza
- Positivo (agradable), como la felicidad, el amor y el orgullo
    - enfermedades

    - homeostasis
    - cognición
- Muy pocas emociones, como la sorpresa, son simplemente neutrales.

Los participantes también vieron que los estados agradables y controlables eran más frecuentes que los desagradables e incontrolables. Si alguna vez sintió que la ansiedad o la depresión se apoderaron de usted, es posible que comprenda la sensación de no tener el control.

+ : **¿Qué pasa si no se pueden encontrar las emociones?**

“A veces son tan sutiles que se necesita tiempo para formar el vocabulario para describirlos”, dice Tanmaya George, una practicante certificada de experiencia somática. Para sentir físicamente una emoción y nombrarla, necesitará reducir la velocidad. Para ello, recomienda una exploración corporal consciente. “Los sentimientos, o el miedo, se pueden congelar para que experimentemos entumecimiento en lugar de sensaciones”, dice ella. "Eso está relacionado con la conmoción, y cuando comenzamos a sanar, la conmoción se derrite y las sensaciones subyacentes salen a la superficie".

Sintonizar con su cuerpo y prestar atención a dónde siente sensaciones intensificadas es la mejor manera de localizar un sentimiento. George insta a sus clientes a concentrarse en poner a tierra sus cuerpos. Si te encuentras cayendo en un agujero negro de desesperación, usa sus instrucciones para volver al camino:

- Mueva sus pies y manos suavemente y frótelos contra una superficie para sentir sus extremidades, y luego conéctese a cómo se siente.
- Busque formas u objetos reconfortantes y tómese un tiempo para absorber la experiencia de mirarlos. ¿Cómo te hace sentir?
- ¿Qué sensaciones se desarrollan al percibir el olor, la forma, el color y el sonido?
- Oriéntese suavemente en la habitación y mire todo como si lo estuviera viendo por primera vez.

- Aleja tu atención de la incomodidad. También puede brindar un reconfortante toque personal al área que siente incomodidad y sentir el calor de su mano.
- Pruebe estos consejos y trucos aprobados por somáticos para regular y liberar emociones

Hilary Jacobs Hendel, trabajadora social clínica con licencia y autora de *No siempre es depresión*, también tiene consejos para cuando una emoción domina cierta parte de su cuerpo, como la ansiedad en el estómago. Ella sugiere disminuir la estimulación yendo a una habitación oscura (si es posible) y sintonizando su estómago haciendo una respiración profunda del vientre. "La respiración profunda del vientre estimula el nervio vago", dice Hendel. “El nervio vago es el nervio que desencadenan las emociones que recorre todos los órganos del cuerpo. Cuando respiramos profundamente, estimula la porción calmante del nervio vago. Al respirar cinco o seis, comienzas a ver el cambio ".

"Una vez que estás haciendo esta respiración profunda y te acercas a ti mismo con curiosidad, compasión y amabilidad, entonces debes tratar de identificar y nombrar todas las emociones que están surgiendo y controlar lo que te está provocando".

Conectarse a tierra es otro consejo útil para cuando sienta emociones intensas en su cuerpo. “Poner los pies en el suelo le permite a tu cerebro saber que hay suelo debajo de ti. Esto suena muy simple, pero son cosas que calman el cerebro”, dice Hendel.

+ : **¿Por qué debería abordar sus emociones?**

“Lo que pasa con las emociones es que tienes que experimentarlas”, dice Hendel. "No puedes pensar en la salida de una emoción".

Conectar su mente y su cuerpo es fundamental para su bienestar general. De hecho, según Hendel, ignorar, enterrar o bloquear sus emociones puede contribuir a más enfermedades. Por ejemplo, cuando su conexión cuerpo-mente es débil, puede descuidar su salud emocional y / o física.

O puede sentir vergüenza en torno a las emociones, como la depresión. Por eso, Hendel quiere enfatizar que no tienes nada de malo. A veces, su entorno puede ser dañino y hacer que internalice

un "sentimiento físico malo literal". O, como la ansiedad, estas sensaciones de no sentirse lo suficientemente bien pueden manifestarse físicamente en su cuerpo.

Afortunadamente, Hendel también dice que desmitificar las emociones puede ayudar a las personas a dejar de sentirse abrumadas por ellas. Según el estudio de 2014 mencionado anteriormente, identificar los cambios emocionales puede ayudarnos a comprender el procesamiento emocional e identificar los trastornos del estado de ánimo como la ansiedad y la depresión.

+ : **¿Cuándo debería hablar con un profesional al respecto?**

Este mapa corporal no debe utilizarse en lugar de un profesional de la salud mental. Como una rueda de emociones, el cuerpo mapea un concepto innovador para ayudar a identificar las emociones, especialmente durante los momentos difíciles. Y como es el caso de una rueda de emociones, lo que te suena bien puede tener un significado ligeramente diferente para otra persona. Por ejemplo, podría estar feliz porque se siente optimista, lo cual es muy diferente de sentirse contento o relajado. De la misma manera, la ansiedad puede hacer que desee correr o acostarse debajo de las sábanas.

Antes de crear su caja de herramientas de salud mental, es mejor hablar con un profesional. Incluso si cree que la terapia somática es adecuada para usted, un psicoterapeuta puede ayudarlo a obtener una comprensión fundamental de su salud mental primero. También lo ayudarán a usar cualquiera de las herramientas, desde la respiración hasta el mapeo corporal, en conjunto.

Una vez que se sientan las bases, encontrar un terapeuta somático o orientado al cuerpo es clave, según George. “En la terapia somática, dejamos de enfocarnos en analizar los sentimientos y las emociones y, en cambio, alentamos a los clientes a sentirlos en el cuerpo. Al dejar de nombrar el sentimiento y, en cambio, conectarlo a una sensación, damos espacio para la percepción de que, de hecho, es una energía, y esto a su vez permite que esa energía se libere a través del cuerpo ".

Juliana Ukiomogbe es una escritora independiente que cubre cultura, bienestar, libros y películas.

*** : Inteligencia emocional**

Daniel Goleman en su libro Inteligencia Emocional, propone que necesitamos una nueva visión del estudio de la inteligencia humana más allá de los aspectos cognitivos e intelectuales, que resalte la importancia del uso y gestión del mundo emocional y social para comprender la marcha de la vida de las personas. Afirma que existen habilidades más importantes que la inteligencia académica a la hora de alcanzar un mayor bienestar laboral, académico social y personal. Hay gran discrepancia sobre cuales son estas habilidades.

- **Bienestar** La inteligencia emocional es un desarrollo sobre cómo utilizar óptima y adaptativamente las emociones.
- Se entiende que es la habilidad para percibir, valorar, y expresar las emociones adecuada y valorar, adaptativamente, es la habilidad de comprender las emociones, el uso de los recursos emocionales, y la habilidad de regular las emociones en uno mismo y en los demás.
- Si se consigue una alta inteligencia emocional, tendremos una estructura de pensamiento más flexible, adaptando el pensamiento a las diferentes situaciones, nos aceptaremos a nosotros mismos y a los demás, estableceremos relaciones gratificantes y estableceremos el beneficio de la duda.

+ : **Hay cuatro habilidades básicas fundamentales:**

- **Percepción de las emociones:** incluye identificar las emociones en los estados subjetivos propios, en otras personas, ser precisos en la expresión de emociones, y discriminar entre sentimientos, emociones sinceras y no sinceras.

- **Facilitación emocional:** es la habilidad para generar, usar y sentir las emociones como necesarias en la comunicación y procesos cognitivos. Implica redireccionar y priorizar el pensamiento basado en sentimientos, usar las emociones para facilitar la toma de decisiones, la solución de problemas y la creatividad, capitalizar los sentimientos para tomar ventajas de las perspectivas que ofrecen.

- **Comprensión emocional:** implica comprensión sobre cómo se relacionan las diferentes emociones, comprensión sobre sus causas y consecuencias, sobre las transiciones entre emociones, e interpretación de sentimientos complejos.
- **Regulación emocional:** incluye la apertura tanto a sentimientos agradables como desagradables, conducción y expresión de emociones, implicación o desvinculación de los estados emocionales, dirección de emociones en otras personas.

Después de evaluar el juicioso resumen científico sobre las emociones, extractado de https://psicologia.isipedia.com/primero/psicologia-de-la-emocion/01-psicologia-de-la-emocion*,*

+ : Reflexiones sobre la inteligencia emocional

Uno de los objetivos visibles de este trabajo, como se aclara desde el principio, se centra en encontrar la fórmula para establecer nuevos objetivos y metas que nos permitan restablecer o mejor dicho recuperar la organización original, diseñada por la naturaleza, obedeciendo a estas bionormas utilizando los avances de la la ciencia y todas las herramientas que tenemos a nuestra disposición hoy en día.

En el recorrido por nuestro día a día nos encontramos con muchas personas interesadas en alcanzar la perfección, encontramos ofertas de coaching dedicadas a la mejora de las relaciones personales y la superación personal, pero al final nos encontramos con la dura realidad de que con el sistema actual esto es imposible.

Decimos esto porque el establecimiento tiene su dominio basado en la estimulación de aquellas pasiones que destruyen nuestra energía y facilitan su dominación. Nos atrevemos a emitir algunos conceptos, que son deducciones siguiendo lo expuesto sobre el funcionamiento de los átomos y su vínculo con toda nuestra vida. Son conceptos que puede3 ser que no sean avalados por científicos adeptos o emisarios del sistema, pero que aclaran algunas cosas sobre el beneficio que podemos obtener si conocemos algunos detalles de cómo funcionan y qué podemos hacer para mejorar en algunos aspectos.

El conocimiento y control de las emociones es indispensable para todos los profesionales, como los profesionales de la salud, los vendedores de abarrotes, los repartidores, las emociones son fundamentales. Ellos, como nosotros, también recibimos la influencia de la publicidad y el concepto de los grandes medios que son desordenados, confusos, frustrantes... y aparentemente imposibles de descifrar para nuestro bienestar.

Capítulo XXV : Los sentimientos

*** : Satisfacción e insatisfacción.**

Cumpliendo con su función, las emociones tienen la posibilidad de generar energía positiva o negativa, de acuerdo con el mecanismo fisiológico determinado en la memoria genética. Su efecto positivo o negativo lo denominamos "Satisfacción" e "insatisfacción". Las fuentes de satisfacción son diferentes para los animales y para el ser humano, depende y varía con la edad. El temor es una reacción a situaciones desagradables y está directamente ligado con el miedo.

*** : La prioridad por satisfacer las necesidades fisiológicas, generan sentimientos instintivos:**

Sed, hambre y el excretar.

La Reproducción (sexo).

El contacto con las rutinas diarias, nos generan sentimientos que son aumentados o disminuidos por efecto del temperamento o por el

carácter (instintivo o aprendido), igualmente son generadores o consumidores de energía, dependiendo de las situaciones o de la forma como fue educada la persona, por ejemplo, un niño que crece en un ambiente hostil, donde se acostumbra con el robo de pertenencias de los demás, agresiones y uso de armas, el va a hacer lo mismo sin remordimientos ni cargos de conciencia, es su medio de vida.

*** : ¿Cuáles son los principales sentimientos?**

más complejo del cuerpo. Por ello, no es de extrañar que la experimentación de sentimientos sea también muy complicada, tanto de entender como de realizar clasificaciones. Sea como sea, estos son los principales sentimientos que los humanos podemos sentir, valga la redundancia, pero teniendo en cuenta que dichos sentimientos generan otras consecuencias que determinamos como pasiones consumidoras de energía y las virtudes para controlarlas.

1. Amor

El amor es un sentimiento positivo que nace del afecto hacia una persona, animal, objeto e incluso una idea. Nace de las valoraciones subjetivas que hacemos al analizar algo que percibimos.

2. Tristeza

La tristeza es un sentimiento negativo que nace después de interpretar y analizar situaciones que previamente nos han llevado a sentir emociones dolorosas.

3. Euforia

La euforia es un sentimiento que nace después de que algunas hormonas hayan cambiado nuestra fisiología y nos hayan llevado a experimentar un "subidón" de energía y vitalidad, por lo que interpretamos todo lo que nos rodea como algo maravilloso.

4. Admiración

La admiración es el sentimiento de agrado que nace después de analizar los éxitos o aspectos positivos de otra persona, pero de una forma sana, sin envidia.

5. Odio

El odio es un sentimiento negativo de enorme repulsión hacia alguien que nace después de que esta persona nos haya hecho cosas que interpretamos como negativas o nos haya hecho daño.

6. Envidia

La envidia es un sentimiento negativo que nace de analizar lo que tiene algo y desearlo, pero de una forma poco sana, vinculando este deseo con un malestar en nuestro cuerpo.

7. Celos

Los celos son un sentimiento negativo que nace de elucubraciones fundamentadas o no que nos hacen tener miedo de perder a alguien a quien amamos.

8. Afecto

El afecto es un sentimiento positivo que nace de, después de analizar cómo nos relacionamos con alguien, observar que hemos conectado a nivel emocional.

9. Agrado

El agrado es el sentimiento positivo que tenemos hacia algo o alguien que, después de entrar en contacto con ello, debido a sus características y propiedades, nos genera emociones placenteras.

10. Esperanza

La esperanza es un sentimiento positivo que nace de, después de analizar situaciones y perspectivas de futuro, llegar a la conclusión de que es posible lograr las metas que nos proponemos.

11. Optimismo

El optimismo es un sentimiento positivo que nace de analizar nuestra situación en la vida y considerar que lo que nos depara el futuro es bueno o, al menos, que estamos yendo por el buen camino.

12. Gratitud

La gratitud es un sentimiento positivo que experimentamos cuando alguien hace algo bueno para nosotros y le estamos agradecidos.

13. Enfado

El enfado es un sentimiento similar al ódio, pero menos fuerte en el que, después de que alguien nos haya hecho algo que interpretamos como negativo, sentimos repulsión hacia él.

14. Indignación

La indignación es el sentimiento negativo que experimentos después de exponernos a algo que, a nuestro parecer, es injusto, ya sea hacia nosotros o hacia otra persona.

15. Impaciencia

La impaciencia es el sentimiento que genera nuestro cerebro cuando queremos algo en un momento concreto y parece demorarse más de lo normal.

16. Venganza

La venganza es un sentimiento negativo que consiste en que, después de que alguien nos haya hecho algo que consideramos dañino, queremos pagarle con la misma moneda.

17. Satisfacción

La satisfacción es el sentimiento positivo que experimentos cuando, después de ir en busca de algo, por fin se consigue.

18. Compasión

La compasión es el sentimiento vinculado con la empatía, es decir, aquello negativo que sentimos al ponernos en la piel de otra persona y analizar el dolor que puede estar sufriendo.

19. Alegría

La alegría es un sentimiento similar a la euforia, aunque menos exagerado. Es el conjunto de sensaciones agradables que experimentamos ya que consideramos que todo lo que nos rodea es bueno.

20. Culpa

La culpa es el sentimiento negativo que aparece cuando, después de analizar nuestro comportamiento y conducta ante una situación

concreta, llegamos a la conclusión de que hemos ido en contra de nuestros valores o de las normas sociales.

21. Resentimiento

El resentimiento es el sentimiento remanente que queda hacia alguien que en el pasado nos ha generado sentimientos de indignación, venganza, odio, enfado, etc.

22. Rabia

La rabia es el sentimiento negativo relacionado con un grado alto de irritabilidad. Es lo que sentimos cuando, después de analizar una situación, consideramos nuestros derechos o los de la otra persona violados.

23. Preocupación

La preocupación es el sentimiento negativo que nace después de que, debido al análisis de consecuencias que pueden tener nuestros actos, consideremos que algo puede afectar a nuestra integridad en el futuro.

24. Desesperación

La desesperación es el sentimiento negativo que nace de, después de analizar nuestra situación actual, considerar que no hay ninguna manera de seguir adelante y de sobreponernos a un suceso dañino de nuestra vida.

Referencias bibliográficas

Triglia, Adrián; Regader, Bertrand; García-Allen, Jonathan (2016). Psicológicamente hablando. Paidós.

Collier, M. (2011) “Hume's Science of Emotions: Feeling Theory without Tears”.

Rosas, O. (2011) “La estructura disposicional de los sentimientos”. Ideas y Valores.

Ratcliffe, M. (2005) “The Feeling of Being”. Journal of Consciousness Studies

En resumen, las principales **diferencias entre emoción y sentimiento** son su duración, intensidad y reacción de nuestro cuerpo.

¿Cuántas emociones hay realmente? ¿Y cómo empezamos a resolverlo todo? Afortunadamente, los psicólogos han hecho este trabajo por nosotros.

El psicólogo e investigador Paul Ekman encuestó a más de 100 científicos y recopiló sus aportes para crear el "Atlas de las emociones". Esto se actualizó recientemente en una práctica herramienta en línea y divide las emociones en 5 categorías:

- Disfrute
- Tristeza
- Temor
- Enfado
- asco

Si bien un estudio más reciente identificó que existen 27 categorías de emociones, usar la guía de Ekman es una forma sencilla de ayudarnos a identificar nuestras emociones.

Si bien las diferentes teorías sobre las emociones centrales ofrecen una forma única y válida de categorizar nuestros sentimientos, vamos a concentrarnos en la lista de 5 emociones de Ekman.

+ : **Disfrute**

Prosperamos en estados de alegría, amor y satisfacción, por lo que no es de extrañar que la emoción que más anhelamos sea el disfrute. El disfrute se experimenta en situaciones positivas, como:

- cuando hacemos algo que nos trae placer sensorial
- sentirse relajado y en paz (¿alguien más se está imaginando un relajante día de playa?)
- estar absorto en una actividad que le encanta o le parece interesante
- cuando te sientes seguro y protegido
- momentos de conexión cercana con las personas que te importan

El disfrute a menudo se expresa físicamente a través de:

- sonriendo o riendo
- mantenernos en una postura relajada
- hablando de una manera optimista
- Poniéndolo en palabras

Las formas de describir el disfrute incluyen:

- Felicidad
- Diversión
- Orgullo
- Emoción
- Satisfacción
- Compasión
- Alegría
- Contentamiento
- Amor
- Alivio
- paz

Debido a que el disfrute a menudo está relacionado con la salud física y mental, es importante que se comunique con usted mismo cuando sienta que la felicidad se está refiriendo a usted. Los "obstáculos de la felicidad" pueden conducir a una variedad de eventuales problemas de salud, como depresión, inflamación, baja inmunidad y una esperanza de vida más corta.

+ : **¿Nada te trae alegría?**

Figura 4.25.1. Entumecimiento emocional

¿Qué pasa con esos momentos en los que el estado de gozo gozoso se siente fuera de su alcance? Puede que sea el momento de comprobar sus otras emociones. Otros sentimientos que pueden estar bloqueando su camino hacia la felicidad incluyen:

- Estrés
- Preocuparse
- Ansiedad
- Soledad
- Dificultad para concentrarse o permanecer "en el momento"

+ : **Tristeza**

A menudo, la tristeza se desencadena por algo específico, como la pérdida de algo, el rechazo o deprecio de alguien de quién no se esperaba esa actitud. La tristeza también puede invadirnos inesperadamente, sin ninguna razón tangible.

La tristeza a menudo se expresa a través de:

- Fruncir el ceño o fruncir el ceño
- Llorando
- Una postura caída
- Tonos vocales bajos
- Poniéndolo en palabras

La tristeza se puede describir con palabras como:

- Infeliz
- Sombrío
- Apenado
- Preocupado
- Miserable
- Desconsolado
- Solitario
- Sin esperanza
- Decepcionado
- Perdió
- Renunciar

Puede ser difícil lidiar con la tristeza, pero hay cosas que puede hacer para deshacerse de ella:

- Realiza un acto de bondad.
- ¡Retribuya, sea voluntario o envíe una sonrisa!
- Hacer cosas por los demás o por el bien común puede ayudarnos a levantar el ánimo cuando nos sentimos deprimidos.
- Permítete un espacio para llorar.
- El duelo es duro, pero es una parte inevitable del proceso para recuperar la normalidad después de un hecho fortuito no deseado.
- No importa lo que esté de luto, es esencial para la curación permitirse el tiempo y el permiso para llorar de la manera que sea mejor para usted. Intente hablar sobre cómo se siente, llevar un diario o encontrar una salida creativa para su tristeza.
- En caso de duda, Comunicarse con amigos y familiares. puede ayudar en tiempos de desesperación. Si bien no siempre es fácil pedir ayuda (o simplemente un oído atento), solo recuerda: las personas en tu vida te aman y quieren que seas feliz.
- Charle con un profesional de la salud mental.
- ¿La tristeza no desaparece o le impide hacer las cosas normales del día a día?
- La terapia (especialmente la psicoterapia) es una excelente opción para llegar a la raíz de lo que está causando su tristeza.

+ : **Miedo**

Ya sea que desee esconderse de él o prospere con él, el miedo es una emoción que todos hemos experimentado en algún nivel. El miedo aparece cuando se percibe una amenaza (grande o pequeña).

El miedo puede variar en intensidad, según la amenaza específica y su personalidad única. Todos podemos experimentar el miedo de manera un poco diferente y en diferentes niveles, pero no hay una forma incorrecta de experimentarlo.

A menudo expresamos miedo al:

- ensanchando nuestros ojos

- intentar hacernos físicamente pequeños (piense: encogernos en una silla) u ocultarnos de lo que tememos
- respiración con respiraciones rápidas y superficiales
- un aumento de la frecuencia cardíaca
- Poniéndolo en palabras

Al experimentar miedo, las palabras para describirlo podrían ser:

- Nervioso
- Ansioso
- Aterrorizado
- Estresado
- presa del pánico
- dudoso
- preocupado
- confundido
- horrorizado
- desesperado

¿Cómo puedes vencer el miedo? Pruebe estos consejos:

- Encuentra una distracción.
- Vivir en su miedo puede causar estragos en su estado mental.
- En lugar de dejar que el miedo te consuma y pasar tu tiempo rumiando, busca algo que te distraiga de tu miedo. Intente perderse en un libro (o audiolibro), improvisar con algunas melodías energizantes, ver su película favorita para sentirse bien, escuchar un podcast o salir a correr.
- Seamos lógicos (¡lógicos!).
- Puede ayudar a evaluar el miedo con ojo crítico.
- Pregúntese: ¿Puedo hacer algo al respecto?
- ¿Qué es lo peor que puede pasar?
- ¿Podría [insertar la causa del miedo] *realmente* dañarme?
- Abordar nuestro miedo desde un punto de vista lógico puede ayudar a que sea más manejable, lo que nos hace menos miedosos.
- Enfréntalo de frente.

- A veces, la mejor manera de superar sus miedos es enfrentarlos.
- En lugar de escondernos de lo que nos asusta (lo que en realidad puede empeorar los miedos), acércate de frente, ¡de forma segura, por supuesto!
- Está bien dar pequeños pasos con este enfoque.
- ¿Tiene miedo de conducir después de un choque en el guardabarros?
- Intente llevar el automóvil a dar una vuelta alrededor de la cuadra, luego conduzca un poco más cada día.
- Habla de tus miedos.
- Intente hablar con un terapeuta para resolver sus miedos o para ver si hay un problema más profundo en juego.

+ : **Ira**

Si bien la ira puede evocar connotaciones negativas (¡el sonido "grrrr" está bien en la palabra!), Es una emoción perfectamente normal. La ira generalmente asoma la cabeza cuando nos enfrentamos a una situación injusta o una injusticia, que puede hacernos sentir indefensos o amenazados.

La ira se puede expresar físicamente mediante:

- fruncir el ceño o mirar con furia
- apartarnos del objeto de nuestra ira o resistirnos a él
- transpiración
- enrojecimiento de la cara o el cuerpo
- gritando o "gruñendo"
- acciones como golpear o patear
- Poniéndolo en palabras

Cuando se sienta lleno de ira, es posible que sienta:

- Frustrado
- Amargo
- Vengativo
- Molesto
- Contrario
- Irritado
- Enojado

- Engañado
- Enfurecido
- Insultado
- furioso

La ira puede provocarnos a realizar acciones negativas, como violencia física o vitriolo verbal. En lugar de reaccionar negativamente, intente manejar su enojo de una manera positiva y productiva, como:

- Busque una solución.
- La ira puede hacernos sentir tan indefensos como Eliza Hamilton, pero mirar cómo podemos corregir o mejorar la fuente de nuestra ira puede traer resultados positivos.
- ¿No se te ocurre nada? Busque otra perspectiva.
- Si hay otras personas involucradas, tenga una conversación respetuosa y obtenga su perspectiva sobre cómo pueden trabajar juntos.
- O acuda a alguien en quien confíe para que le eche un vistazo a la situación.
- Dar un paso.
- A menudo, cuando estamos demasiado cerca o involucrados en una situación, terminamos empeorando la situación.
- Si se toma un momento para alejarse de la fuente de su enojo, puede abordarlo con una mente más tranquila más tarde. Intente dar un paseo, escuchar música o concentrarse en una actividad que disfrute.
- Una vez que se haya alejado de lo que está causando su enojo, tómese un momento para pensar en su enojo y en lo que puede hacer para remediar la situación.
- Encuentre formas constructivas de expresar su enojo.
- A muchos de nosotros no nos gustan los conflictos, pero evitar lo que nos molesta puede hacer que los sentimientos se agraven y empeoren, lo que no solo puede afectarnos a nosotros mismos, sino también a nuestra relación con los demás.
- Busque formas de comunicar su enojo sin dejar de ser respetuoso y tranquilo.
- Abordar el conflicto de esta manera constructiva le ayudará a superarlo en lugar de solucionarlo.

Terapia. Si encuentra que su enojo se está convirtiendo en un problema o es demasiado difícil de manejar, considere trabajar con un terapeuta para encontrar herramientas y estrategias para lidiar con su enojo.

+ : **Disgusto**

El disgusto es a menudo provocado por situaciones desagradables o asqueantes, particularmente aquellas que deseamos evitar.

Las formas en las que a menudo mostramos disgusto incluyen:

- apartándonos de lo que nos repugna
- evitando el contacto visual
- arrugando la nariz
- vomitando
- encogiéndose físicamente
- Poniéndolo en palabras

Un estado de disgusto puede hacerle sentir:

- Disgusto
- Incómodo
- Perturbado
- Náuseas
- Repugnancia
- Aversión
- Aversión
- Ofendido
- Aversión
- Horrorizado
- Desaprobando
- Los sentimientos de disgusto pueden volverse problemáticos si se dejan solos.
- Puede llevarte a que no te gusten las personas, los lugares o las situaciones que no son dañinos.
- El disgusto puede incluso hacer que no te gustes a ti mismo.

¿Quiere superar su disgusto? Pruebe estos útiles trucos:

- Exponte lentamente a lo que le repugna.

- Enfrentar gradualmente el objeto de su disgusto puede ayudarlo a superar el sentimiento.
- ¿No le gustan los insectos, pero quiere probar suerte en el campamento?
- Comience haciendo caminatas cortas por el bosque o acampando primero en su propio patio trasero.
- Practica la compasión.
- Las cosas que nos disgustan a menudo nos hacen sentir incómodos, y eso está bien.
- Pero aprender a comprender las cosas que causan incomodidad puede ayudarnos a superar lo que sentimos por ellas. Intente dedicar tiempo a algo que no le guste para obtener una nueva perspectiva.
- ¿Los bebés te asustan?
- Pase tiempo con ese amigo que tiene un nuevo pequeño.
- Ofrézcase para ayudar con los cambios de pañales y la limpieza de la saliva.
- No te concentres en *alguien*, sino en *algo* de su comportamiento.
- Cuando se trata de las personas que encontramos desagradables, a menudo son sus acciones las que nos disgustan, no las personas mismas.
- Es posible que se aleje de ellos o los evite, o incluso que se enoje con ellos.
- En su lugar, observe qué es lo que está causando su disgusto en su comportamiento y trate de encontrar formas de superarlo.
- ¿Tu mejor amigo fuma como una chimenea?
- En lugar de hacer comentarios sarcásticos, intente compartir con ellos que está preocupado por su salud y que está ahí para ayudarlos.

+ : **La vergüenza**

Siempre grabada en mi mente hay una ilustración de picota y acciones de mi libro de texto de estudios sociales de sexto grado: una imagen caricaturizada de unos pocos cautivos de aspecto triste, sus cabezas y brazos atrapados en una tabla de madera, rodeados por una multitud salvaje y eufórica. Esta extraña práctica medieval

de castigo público se duplicó como entretenimiento para los aldeanos, que se burlaban y arrojaban restos de comida a los ladrones, adúlteros y tontos borrachos en exhibición.

En clase, imaginándome a mí mismo encerrado en una plaza del pueblo con el tomate deslizándose por mi cara, me sentí aliviado de no avergonzar públicamente a personas así. Avance rápido al panorama digital actual, y todo lo que uno tiene que hacer es iniciar sesión en cualquier plataforma de redes sociales para ver que, de hecho, todavía lo hacemos.

Figura 4.25.2. Vergüenza como castigo

- : Cómo la vergüenza genera secreto en lugar de cambio

Twitter es donde vi el video de 2018 de un manifestante gritando "¡Vergüenza!" y lanzar preguntas penetrantes hacia una mesa en un restaurante mexicano donde estaba cenando la entonces secretaria de Seguridad Nacional, Kristjen Nielson. (Nielson fue el principal ejecutor de la infame política de separación de niños de la administración Trump).

Mientras observaba a mis conciudadanos humillar a Nielson, sentí una oleada de rectitud en mi interior. Quizás si pudiera sentir una

fracción de la incomodidad que sienten los afectados por sus políticas, se comportaría de manera diferente.

Pero cuando Nielsen renunció unas semanas después, por razones que no tenían nada que ver con el evento del restaurante y sin mencionar un ajuste de cuentas moral, me pregunté: ¿Puede la vergüenza pública realmente hacer mella en la moralidad de alguien y, por lo tanto, cambiar la forma en que lideran o actúan?

El investigador de vulnerabilidad Brene Brown define el sentimiento de vergüenza como la creencia de que somos esencialmente "imperfectos y, por lo tanto, indignos de amor o pertenencia". La insoportable experiencia de la vergüenza es una cultura de arranque para problemas de adicción, perfeccionismo e intimidad, además de estar ligada a actos de violencia.

Si ha sido juzgado, criticado o explotado, especialmente por padres, maestros o grupos de amigos, ha experimentado la vergüenza y comprende cómo otras personas encienden su aguijón. Y si su raza, estilo de vida, capacidad o sexualidad difieren de lo que se considera que son las normas de la cultura dominante, es probable que haya soportado su parte justa de vergüenza culturalmente apropiada.

Pero la vergüenza no es solo un sentimiento, también es una acción realizada para lograr un ajuste de cuentas moral para el ofensor.

La psicóloga y presentadora de podcasts Cecilia Dintino reconoce el poder que ha tenido la vergüenza pública y sus castigos como crucifixiones, cepo y lapidaciones para mantener el orden y la conformidad social. “La vergüenza es una emoción muy poderosa […]. Su función evolutiva es establecer normas sociales y determinar quién está dentro o fuera del grupo”, le dice a Greatist por correo electrónico.

En otras palabras, cuando se enfrentan a la posibilidad del estigma y la humillación, las personas siguen las reglas. Pero, como advierte Dintino, tiene un alto costo: “Como queremos quedarnos en el grupo, o nos conformamos para evitar la vergüenza o guardamos los secretos que pueden echarnos”. Recientemente escuché una historia en mi trabajo como consultora de liderazgo ejecutivo que hizo que fuera fácil ver cómo se ejerce la vergüenza para crear y mantener grupos de identidad y fomentar el secreto. Un cliente

ejecutivo y su colega viajaron, con máscaras, guantes y desinfectante para manos, para explorar una nueva ubicación de oficina.

Mientras caminaban por la ciudad, notaron que pocas personas usaban máscaras. Las miradas y miradas que recibieron los hicieron sentir ansiosos e incluso más estrictos sobre el uso de los suyos. En un bullicioso mercado de agricultores, un lugareño llevaba la máscara requerida, pero debajo de la nariz. Los colegas, un par de mujeres confiables y francas, mantuvieron la boca cerrada al respecto.

De vuelta en el coche, preguntaron por qué no habían hablado y la habían corregido. Un sentimiento de vergüenza y ostracismo, y ser percibidas como "esas mujeres liberales minoritarias", las había detenido, pero se preguntaban si deberían haber dicho algo de todos modos.

Según Dintino, si lo que querían era marcar la diferencia, probablemente no. Cuando desafía el comportamiento de alguien, ella dice: "Tan pronto como agregas vergüenza, incluso una vergüenza suave, invitas sentimientos poderosos contra los que debes defender". La vergüenza es tan dolorosa, que, para evitar sentirla, el receptor de una reprimenda de vergüenza se adentrará más profundamente en el grupo con el que se identifica, creando polarización. "Y ahora", añade Dintino, "tenemos motivos para la guerra".

*** : No hay reglas cuando se trata de avergonzar en línea**

Hoy en día hay guerras culturales en Internet, pero a diferencia de la picota y la acción, donde las reglas morales de la sociedad de la aldea eran explícitas y acordadas, la World Wide Web es un lugar donde los grupos se unen a través de intereses compartidos, razas, estilos de vida, creencias, etc. .se encuentran y deciden sus propias normas para avergonzar.

Internet fue muy duro para Gayle King, cuando un fragmento viral de su entrevista con la estrella de la WNBA Lisa Leslie hizo parecer que King estaba tratando de denigrar al fenómeno del baloncesto recientemente fallecido Kobe Bryant al mencionar el tema de su presunta violación. Mientras que algunos la defendieron por hacer su trabajo, King fue acusada en gran medida de malas intenciones y

falsas alianzas, y públicamente maldecida por el rapero Snoop Dogg. Después del video de defensa de Instagram con ojos nublados de King, Internet aparentemente voluble luego se volvió contra Dogg para su ataque.

En un video de disculpa, Dogg parecía genuinamente contrito: "Me criaron mucho mejor que eso". La presión para que se disculpara pareció funcionar, y tal vez la experiencia en realidad lo hizo pensar más en arremeter en el futuro.

Si bien algunas personas pueden aprender genuinamente de, que las llamen de manera vergonzosa, la Dra. Elizabeth Olson de The Collective for Psychological Wellness dice que es raro. "La vergüenza suele inducir a la defensiva y al desafío en lugar de la cooperación" y, por lo tanto, "interfiere con el aprendizaje y la comprensión".

De hecho, los estudios sobre el uso de la vergüenza para castigar al delincuente en las prácticas de justicia restaurativa concluyen en gran medida que la vergüenza no es eficaz para generar responsabilidad o rehabilitación para los delincuentes.

Soy parte de un grupo privado de Facebook dedicado a empoderar a las mujeres y en este grupo, las mujeres de todas las razas, edades y orígenes comúnmente se rompen entre sí por exhibir prejuicios inconscientes. En un acalorado desacuerdo, un miembro más joven del grupo descartó a un miembro mayor al clasificar su punto de vista como un "boom", el mayor llamó discriminación por edad, y la misión compartida de crecer y empoderarse mutuamente se disolvió cuando la vergüenza se convirtió en un arma, lo que llevó a las mujeres a acampar. ellos mismos por generación.

En lo que respecta a la identidad racial, veo más disposición de las mujeres blancas a aceptar que las llamen incluso si se usa la vergüenza, y supongo que esto se debe a una mejor educación sobre la naturaleza insidiosa del privilegio blanco. Pero con frecuencia en las conversaciones con carga racial, cada delincuente y grupo de identidad se esfuerza por defender su intención, de modo que las "conversaciones" resultan en una ronda tras otra de defensas y contraataques, amontonándose en defensa de la posición, el tono y el punto de vista del otro.

Miro esto y me pregunto: ¿las mujeres del grupo están aprendiendo realmente a vivir sin prejuicios, o la culpa y la hostilidad lo refuerzan? ¿Están aprendiendo a hablar con mayor respeto y aprecio por los demás, o están aprendiendo a mantener la boca cerrada?

Si la vergüenza es en gran medida ineficaz para ayudar a diferentes grupos de identidad a formar puentes, ¿cuáles son las formas más efectivas de lidiar con nuestra indignación moral?

Olson dice: "Creo que las personas aprenden de manera más eficaz y están más dispuestas a cooperar cuando se sienten motivadas a cambiar porque comprenden los beneficios de una acción, en lugar de porque son malas por no cumplir".

En mi papel de consultor de liderazgo, he descubierto que esto es cierto. La retroalimentación que motiva a los empleados a sobresalir los mantiene alejados de la vergüenza y la culpa y, en cambio, utiliza preguntas que ayudan a los trabajadores a sacar sus propias conclusiones y ver el impacto negativo de sus acciones. Pero requiere una habilidad sofisticada para que el líder eluda la provocación emocional y, en cambio, se apoye en la curiosidad.

Preguntas como: "¿Cuál es su perspectiva sobre por qué las cosas no salieron según lo planeado?" o "¿Cómo contribuiste?" y, "¿Qué harías de manera diferente?" puede abrir la puerta a una rendición de cuentas libre de culpa. Pero es complicado; si un individuo percibe que está siendo avergonzado por sus acciones o perspectiva, y especialmente si se percibe que la retroalimentación está vinculada a su identidad, se pondrá a la defensiva y rechazará la retroalimentación por completo.

- : Vergüenza es satisfactorio, pero sobre todo para el que avergüenza

Pienso en la turba salvaje en mi libro de estudios sociales, y el rubor de justicia que sentí al ver a Neilson avergonzando y veo lo satisfactorio que es sentir que estás participando en la venganza.

Poder condenar y criticar cada vez que sentimos una injusticia se siente bien, tal vez mejor que aceptar nuestra falta de control.

Detener el ciclo de desgarrarse unos a otros a través de la vergüenza pública requiere llamar la atención sobre la vergüenza como mezquina y contraproducente. Exige un entrenamiento prolongado en el manejo de la reactividad emocional, mientras se intenta ver el punto de vista del otro y se lucha por conectarse a través de una curiosidad genuina. Requiere saber qué peleas y oponentes son dignos.

Por último, requiere estar atento a los puntos en común. Si bien el odio no puede actuar como un puente, en los humanos siempre hay un terreno común que se puede encontrar, incluso si hay que buscarlo con detenimiento.

Blair Glaser es consultora de liderazgo ejecutivo, psicoterapeuta con licencia y narradora. Está trabajando en unas memorias sobre vivir en un ashram a los 20 años. Puede visitarla en blairglaser.com

*** : Cómo se siente, según la gente que sabe**

Dado que el entumecimiento se describe como "nada", un término bastante vago que puede ser difícil de descifrar, las personas tienden a explicar la sensación de manera diferente.

Un usuario de Reddit recuerda que a veces estarán "[sentados] en mi sofá y sentirán que la nada se desvanece". Otra cita de entumecimiento emocional de un usuario de Reddit dice: "Cuando tengo ataques de pánico realmente fuertes, experimento un período de vacío después porque me he agotado, y ese agotamiento emocional puede sentirse como entumecimiento".

El entumecimiento podría deberse a un evento en particular, como la muerte de alguien cercano a usted o una experiencia traumática reciente. O podría surgir de la nada y abrumarte durante un día normal.

Incluso puede sentir que se mira a sí mismo en tercera persona en lugar de experimentar la vida en su propio cuerpo. O que estás desconectado de tus propios pensamientos y emociones, sintiéndote incapaz de reaccionar ante las personas que te rodean. Puede ser increíblemente aislado y solitario, especialmente si no está seguro de por qué le está sucediendo.

Adormecer tus emociones también puede ser un ungüento a corto plazo para la tristeza y el estrés de tu vida. Esta táctica, ya sea que se dé cuenta de que lo está haciendo o no, puede brindarle un alivio temporal, pero en última instancia, puede evitar que sienta amor, satisfacción y alegría reales.

"No podemos adormecer selectivamente las emociones " , escribe la autora e investigadora Brené Brown en “The Gifts of Imperfection”. "Cuando adormecemos las emociones dolorosas, también adormecemos las emociones positivas". Y esto impide que las personas vivan una vida plena.

Afortunadamente, con las herramientas adecuadas, puede obtener algo de alivio y volver a sentirse más como usted mismo. Primero, veamos las diversas causas del entumecimiento emocional y la desconexión.

+ : Posibles culpables del entumecimiento emocional

La depresión. Si se encuentra con un entumecimiento emocional de manera regular, no provocado por ningún evento o situación clara, podría ser un signo subyacente de depresión.

Cuando pensamos en el término "deprimido", podríamos imaginarnos a alguien que está triste todo el tiempo. Pero esta no es la historia completa para muchas personas. La Clínica Mayo y otros estudios enumeran las características melancólicas y las características atípicas como señales de un trastorno depresivo mayor, lo que significa que alguien no reacciona como lo haría normalmente ante situaciones de carga emocional.

En lugar de sentir alegría cuando recibe buenas noticias, es posible que no sienta nada en absoluto. O, en lugar de sentirse triste cuando pierde a alguien o algo, simplemente se siente vacío.

Trastorno de despersonalización. Si no solo se siente adormecido, sino también desconectado físicamente de su cuerpo, podría tener algo llamado trastorno de despersonalización / desrealización.

Esta condición ocurre en menos del 2 por ciento de la población general y se cree que es causada por una combinación de factores biológicos (sistemas neurológicos en su cerebro) y experiencias externas de trauma o violencia.

A veces, esto puede ser un signo de otras afecciones psiquiátricas, por lo que es útil consultar a un profesional de la salud mental que pueda ayudarlo a comprender mejor sus síntomas. Por lo general, la despersonalización se puede tratar con una combinación de psicoterapia y medicación.

Trastorno de estrés postraumático. Una experiencia traumática pasada puede hacer que su cerebro se apague cuando se encuentra con emociones que le devuelven ese recuerdo. Las personas con trastorno de estrés postraumático (TEPT3,5 pueden informar que se sienten adormecidas cuando se encuentran con algún tipo de desencadenante, ya sea un lugar, una persona o un objeto asociado con el evento traumático.

Esto puede durar meses o años después del evento en sí, y puede ser un obstáculo mental serio que le impide conectarse con personas o vivir una vida libre de ansiedad. El trastorno de estrés postraumático a menudo requiere la ayuda de un terapeuta para poder soltarse por completo y sanar.

Evitación emocional. En algunos casos, el entumecimiento emocional puede indicar que no está preparado para lidiar con las emociones negativas, por lo que las aleja como un mecanismo de afrontamiento para evitar tener que superarlas.

Esto también se denomina indisponibilidad emocional y puede limitar su capacidad para formar relaciones cercanas y significativas con los demás. Hay muchas razones por las que alguien podría evitar enfrentar sus emociones y también podría estar relacionado con trastornos de salud mental como la depresión y el trastorno de estrés postraumático.

Independientemente, trabajar con un terapeuta también puede ayudarlo en este caso, al hacer que se sienta más equipado para procesar las emociones de frente.

+ : **Cómo conseguir ayuda**

La forma en que trate el entumecimiento emocional probablemente dependerá de la gravedad de sus síntomas y de cuánto están afectando su vida diaria.

Para comprender mejor su situación específica, considere programar una cita con un psiquiatra capacitado para diagnosticar afecciones depresivas. Su médico puede sugerir una o más de las siguientes opciones.

- **Medicación**. Los antidepresivos y los ansiolíticos pueden ayudar a despejar la niebla en su cerebro y hacer que se sienta de nuevo a la normalidad. La variedad más común son los ISRS, que actúan sobre los niveles de serotonina de su cuerpo para aumentar la abundancia de hormonas para sentirse bien, y simplemente lo ayudan a experimentar la vida con regularidad nuevamente.
- **Psicoterapia.** Trabajar con un terapeuta autorizado puede ser extremadamente beneficioso para su salud mental a largo plazo. Aprenderá acerca de los obstáculos y desencadenantes emocionales subyacentes, y desarrollará herramientas para ayudarlo a manejar situaciones difíciles de la vida mientras mantiene un estado mental saludable.
- **Ejercicio.** Cuando te sientes vacío por dentro, no es fácil obligarte a levantarte y ponerte en movimiento en el gimnasio o salir a correr. Pero el ejercicio puede ayudarte a salir de una depresión y, literalmente, hacer que tu cerebro se sienta mejor (¡endorfinas, bebé!). Trate de establecer una rutina de ejercicios regular para mantenerse alerta física y mentalmente.
- **Dormir.** Un sueño reparador y constante es fundamental para poder funcionar de la mejor manera. Establezca un horario para usted mismo para asegurarse de obtener 8 horas de sueño ininterrumpido con la mayor frecuencia posible.
- **Dieta.** Otra excelente manera de nutrir su cuerpo es consumiendo una dieta rica en plantas y alimentos integrales. Estos nutrientes pueden ayudar a regular sus hormonas y estabilizar su estado de ánimo durante el día.

+ : **Cómo manejar el entumecimiento emocional**

- Los consejos anteriores pueden ayudarlo a largo plazo, pero también es importante tener mecanismos de afrontamiento del día a día cuando comience a sentir que se está cerrando.

- Si nota que el entumecimiento aumenta en algún momento, intente contrarrestarlo levantándose y moviéndose, o pasando tiempo con otras personas haciendo las cosas que ama.
- Las personas en tu vida pueden ayudarte a sentirte menos solo en tus momentos difíciles. Su terapeuta también puede sugerir algunos ejercicios diarios para ayudar con la prevención.
- Cuando está emocionalmente adormecido, puede experimentar una sensación de vacío y una incapacidad para experimentar y procesar sus sentimientos. Puede embotar las emociones negativas, pero también limita las positivas.
- Esto puede ser una señal de una condición de salud mental subyacente, como depresión, ansiedad o trastorno de estrés postraumático.
- También puede ser un signo de evitación emocional, lo que significa que ha aprendido a lidiar con las emociones alejándolas en lugar de reconocerlas. Esto puede evitar que se acerque a otras personas.

El entumecimiento emocional se puede tratar con una variedad de enfoques, y es mejor consultar a un profesional de la salud mental que pueda ayudarlo a decidir qué es lo mejor para usted. Las opciones de tratamiento incluyen medicamentos, psicoterapia y cambios en el estilo de vida, como ejercicio, sueño y una dieta saludable.

Al rodearse del apoyo que necesita, no tiene por qué sentirse solo. Las personas que enfrentan el entumecimiento emocional pueden vivir una vida plena y feliz cuando ponen en práctica un plan de prevención a largo plazo. Pida ayuda y recuerde que esto mejorará con el tiempo.

CAPÍTULO XXVI : Relación entre las emociones y los sentimientos

Los sentimientos y las emociones son dos caras de la misma moneda y están muy interconectados, pero son dos cosas muy diferentes.

* : ¿Qué es una emoción?

Ya tenemos claro que es una **emoción,** sabemos que es un conjunto de respuestas neuroquímicas y hormonales que nos predisponen a reaccionar de cierta manera ante un estímulo externo (algo que veo, u oigo) o interno (pensamiento, recuerdo, imagen).

Las **emociones son transitorias**, lo que hacen que nos saquen de nuestro estado habitual, nos impulsan y motivan hacia la acción.

Son más intensas que los sentimientos, pero duran menos que éstos.

Se originan en las regiones subcorticales del cerebro, la amígdala y las cortezas prefrontales ventromediales, creando reacciones bioquímicas en el cuerpo que alteran el estado físico.

Son energía que se mueve a través de nuestro cuerpo y que sólo se estanca si las reprimimos.

Es importante tener muy claro que una **emoción** no es buena ni mala como tal, todas tienen un origen evolutivo y adaptativo, por lo que es **una respuesta del organismo a diversos estímulos para la supervivencia** de la persona.

Las **emociones preceden a los sentimientos**, son físicas e instintivas. Por este motivo, pueden medirse objetivamente mediante el flujo sanguíneo, la actividad cerebral, las microexpresiones faciales y el lenguaje corporal.

+: **¿Qué es un sentimiento?**

El **sentimiento es la suma de emoción y pensamiento,** es decir, es el resultado de las **emociones**. Una **emoción** se transforma en **sentimiento** en la medida que uno toma consciencia de ella.

El **sentimiento** es la experiencia subjetiva de nuestra experiencia emocional, es decir, en el sentimiento interviene, además de la reacción fisiológica un componente cognitivo y subjetivo. Por tanto, un **sentimiento** se da cuando etiquetamos la emoción y emitimos un juicio acerca de ella.

Los **sentimientos suelen durar más tiempo que las emociones**, y se dan después de las emociones, **no hay sentimiento sin emoción.** Involucran información cognitiva, generalmente subconsciente, y no se pueden medir con precisión.

En resumen, un **sentimiento** es una representación mental de lo que sucede en tu cuerpo cuando tienes una emoción y es el subproducto de que tu cerebro percibe y asigna significado a la emoción.

+: **¿Para qué sirven los sentimientos?**

¿Realmente tienen alguna utilidad biológica? La respuesta es un "sí" rotundo. Y es que absolutamente nada de lo que sucede dentro de nuestro cuerpo (cerebro incluido) es casualidad. Y los sentimientos no son una excepción. Y vamos a ver por qué.

Si nos comparamos con otros animales, los humanos somos muy débiles físicamente. Solo hace falta ver que, en la naturaleza, los recién nacidos tienen que buscarse la vida nada más nacer. Nosotros tardamos, al menos, 10 años en ser mínimamente independientes para vivir sin que estén cuidándonos a todas horas.

No somos buenos cazadores, no aguantamos el frío ni el calor, no somos rápidos, no somos fuertes, no somos buenos nadadores… ¿Qué nos ha dado la naturaleza? Para compensar esta falta de recursos físicos que, en principio, supondría la extinción de nuestra especie, nos ha dado un bien único: la conciencia.

De esta conciencia ha nacido no solo la inteligencia, sino la capacidad de sentir y ver cómo las otras personas sienten. Esta inteligencia

emocional, que es la capacidad de percibir los sentimientos que expresan los demás, no es más que una estrategia de supervivencia.

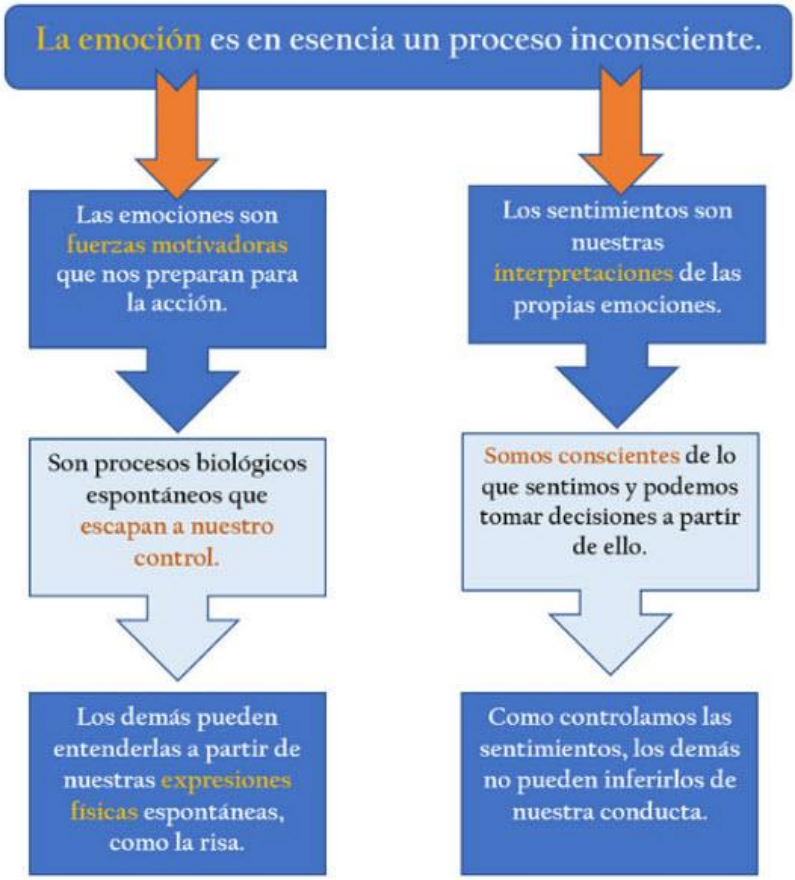


Figura 4.26.1. Las Emociones y los Sentimientos

Todos los sentimientos responden a algo, ya sea para socializar con los de nuestra especie como para impulsar cambios en nosotros mismos. Cada sentimiento tiene una utilidad. Sentir esperanza es la manera que tiene el cerebro de asegurarse que queramos seguir vivos. Mostrar gratitud es el modo para conectar con los demás. Sentir rabia es la manera que tenemos de demostrar que algo nos disgusta y que queremos que cambie. Y la lista sigue.

Por lo tanto, los sentimientos sirven para mucho: para impulsar cambios en nuestro propio comportamiento y para obtener lo que necesitamos de los demás.

Los cuatro tipos de sentimientos: primario, secundario, sistémico y metasentimientos.

“La principal diferencia entre los sentimientos primarios y secundarios es que los primeros estimulan la acción constructiva, mientras que los secundarios consumen energía que de otro modo estimularía el cambio. Los sentimientos que generan acciones efectivas fortalecen a las personas. Aquellos que obstaculizan o sustituyen la acción efectiva, o incluso justifican la omisión, los debilitan. Por eso llamo sentimientos primarios a los sentimientos que generan la acción constructiva ya los demás sentimientos secundarios.

Los sentimientos primarios son simples y no requieren una descripción detallada. Son fuertes sin ser dramáticos o exagerados. Entonces, aunque emocionantes y vívidos, brindan una sensación de seguridad y calma. Por supuesto, hay situaciones dramáticas que se adaptan a emociones igualmente dramáticas. Existe una diferencia, por ejemplo, entre el miedo a los soldados en el frente y el miedo que se siente en las pesadillas.

Muchos sentimientos con los que nos enfrentamos en la terapia son secundarios. Su función principal es convencer a los demás de que no podemos emprender acciones efectivas, por eso tienen que ser sentimientos dramáticos y exagerados. Cuando estamos bajo la influencia de sentimientos secundarios, somos débiles y los demás presentes sienten la necesidad de ayudar. Si las emociones son lo suficientemente dramáticas, aquellos que intentan ayudar no se dan cuenta de que realmente hay poco que hacer en una situación así.

Cuando las personas cultivan sentimientos secundarios, evitan contemplar la realidad. Esto compromete las imágenes internas necesarias para mantener estos sentimientos y prevenir el cambio. Cuando estas personas "trabajan" con la terapia, a menudo cierran los ojos y se retiran a su mundo privado. Responden de otra manera a lo que se les pide, pero casi nunca se dan cuenta de lo que están haciendo. Es bueno recordarles que abran los ojos y observen el mundo. Normalmente les digo: “Miren por aquí. Mírame." Si puedes abrir los ojos y realmente ver, pero aún tienes el mismo sentimiento, entonces es un sentimiento primario. Pero si el sentimiento se les

escapa en cuanto abren los ojos y empiezan a ver, podemos estar seguros de que han sido envueltos en sentimientos secundarios.

Cuando los sentimientos primarios surgen en la terapia o en la vida, los presentes muestran compasión de forma natural, pero también se sienten libres para responder de manera apropiada. La persona que tiene estos sentimientos permanece fuerte y puede actuar con eficacia. Dado que conducen a un objetivo definido, no duran mucho: se levantan, hacen su trabajo y se van. No te andes por las ramas. Se resuelven gracias a una correcta expresión y una acción eficaz y correcta.

Los sentimientos secundarios, a su vez, duran más y empeoran con la expresión en lugar de mejorar. Ésta es la razón básica por la que las terapias que fomentan la expresión de sentimientos secundarios toman tanto tiempo.

También quiero corregir otro concepto erróneo sobre la pérdida de control. Es algo que aprendí de Primal Therapy. Mucha gente asume que, al ceder ante una necesidad o sentimiento apremiante, pierde el control. No es verdad. Cuando nos conectamos con un sentimiento primario, por ejemplo, el dolor elemental de la separación, una ira justa o un deseo fuerte, y confiamos plenamente en ese sentimiento, tanto el sentimiento como la necesidad se controlan naturalmente.

Los sentimientos primarios van donde conviene. Nadie hará nada vergonzoso por un sentimiento primario, ya que sabe reconocer los límites de la vergüenza. Es muy raro burlarse de una persona que exhibe un sentimiento primario. Por el contrario, los demás a menudo se sienten profundamente conmovidos y forman parte de la experiencia.

Esto solo se aplica a los sentimientos primarios. Los sentimientos secundarios no conocen los mismos límites que la vergüenza, y es muy fácil hacerse el tonto al expresarlos. No se puede confiar en ellos. Pero los sentimientos secundarios tienen su fascinación. Son dramáticos, emocionantes, dan la ilusión de vida. Sin embargo, el precio de esta vida es que las personas sean eternamente débiles e indefensas.

Las explicaciones o interpretaciones también molestan al cliente. En lugar de llevar a las personas de manera efectiva a sus sentimientos primarios, tienden a mantenerlas intoxicadas con imágenes que alimentan sentimientos secundarios.

El duelo, por ejemplo, puede ser primario o secundario. El dolor principal no es más que el insoportable dolor de la separación. Si nos sometemos al dolor, permitiéndole que haga su trabajo, el dolor finalmente encuentra su propia saciedad y somos libres de comenzar de nuevo. A menudo, sin embargo, las personas se niegan a someterse al dolor, convirtiéndolo en un sentimiento secundario, autocompasión o un intento de atraer la lástima de los demás. Este dolor secundario puede durar toda la vida, haciendo imposible una separación limpia y tierna y negando la evidencia de la pérdida. Es un mal sustituto del duelo primario.

La culpa primaria conduce a una acción curativa. si aceptamos En la culpa, naturalmente hacemos lo que es posible y necesario para corregir errores, arreglar las cosas y vivir con lo que no se puede cambiar. La culpa secundaria convierte la acción en preocupación. No hace cambios: de hecho, los previene. La gente puede reflexionar sobre un buen problema durante años, como el perro se muerde el hueso, pero nada cambia. Se atormentan a sí mismos y atormentan a los demás, sin ninguna alteración productiva. Las personas que necesitan evitar un cambio positivo, por la razón que sea, deben convertir la culpa primaria en culpa secundaria.

El deseo de venganza también puede ser primario y secundario. La venganza primaria hace posible la reconciliación porque libera tanto a la víctima como al agresor. La venganza secundaria preserva la agresión y el desequilibrio sistémico, impidiendo llegar a una solución. Un ejemplo de esto son las luchas de clanes heredadas de generaciones anteriores. Los Vengadores tienen el deber de recibir daños que no sufren, y sus acciones casi siempre están dirigidas a aquellos que no han hecho daño.

El cólera tiene formas primarias y secundarias. La ira primaria purga una relación y pasa sin dejar cicatrices. La ira secundaria contra alguien a menudo sigue al daño que le infligimos, y el ofendido tiene buenas razones para odiarnos. Al enfurecernos, contrarrestamos su odio. La ira secundaria, como la culpa secundaria, suele ser un

pretexto para no actuar. En las relaciones, la ira se usa a menudo para no pedir lo que quieres, como: "Nunca te diste cuenta de que necesitaba algunas cosas".

Otro ejemplo es el del hombre que cree que merece un aumento de sueldo, pero nunca lo pide. En lugar de ir a su jefe y negociar con él, se va a casa furioso con su esposa e hijos.

Cuando el sufrimiento es primordial, los clientes soportan lo que tienen que soportar, luego retoman los pedazos de sus vidas y comienzan de nuevo. Cuando el sufrimiento es secundario, comienza otra ronda de dolor. Quejarse de algo suele ser solo una distorsión secundaria de la aceptación de la realidad.

La diferencia entre lo que fortalece y lo que debilita se aplica también a muchas otras áreas, como el conocimiento y la información. Podemos preguntarnos: “¿Este conocimiento facilita una solución o la previene? ¿Esta información fomenta la acción o la vergüenza? ¿Qué está sucediendo fortalece o debilita a las personas, impulsa o anula acciones efectivas para el cambio? " que en promover un cambio constructivo. Dejar salir los sentimientos a veces es bueno, pero a menudo obstaculiza el cambio. (...)

La tercera categoría engloba los sentimientos extraídos del sistema. Esto sucede cuando la persona toma los sentimientos de otra persona como propios. Nos resulta extraño que alguien piense que sus sentimientos no son los suyos, sino los de otra persona. Sin embargo, curiosamente, esto sucede mucho en las constelaciones y suele ser fácil de reconocer. Después de que lo reconocimos, comenzamos a verlo en otras situaciones. Siempre que alimentamos un sentimiento de los demás, nos involucramos en algo que no nos concierne. Es por eso que nuestros intentos de cambiar la situación a menudo fracasan.

Pregunta a Bert Hellinger: Me interesa mucho la idea de que las emociones se eliminen del sistema, ya que a menudo tengo esa experiencia. A veces me irrito. Hay algo excesivo e inapropiado en este sentimiento. Más tarde, me siento bastante mal, como si no fuera yo quien se cabreó.

Bert Hellinger: Sí, ese tipo de ira e irritación a menudo se asocia con una necesidad sistémica exagerada de justicia. El deseo de venganza,

un intento de hacer justicia a alguien del pasado, a menudo se extrae del sistema. Por lo general, estos sentimientos son mucho menos intensos cuando se ha cometido un daño contra el vengador. Es como si identificarnos con alguien de nuestro pasado en realidad provocara sentimientos, al igual que los sueños provocan ciertas emociones.

Todavía hay una cuarta categoría. Yo lo llamo meta-sentimientos. Son de una calidad completamente diferente. Son sensaciones o sentimientos desprovistos de emociones. Son energía pura y concentrada. El valor, la humildad (aceptar el mundo tal como es), la serenidad, el remordimiento, la sabiduría y la satisfacción profunda son ejemplos de meta-sentimientos. También hay metaamor y meta-agresión.

Un ejemplo de meta-agresión sería lo que experimenta un médico amable cuando realiza una cirugía o lo que siente un terapeuta ocasionalmente. La disciplina necesaria para realizar intervenciones respetuosas y estratégicas es la meta-agresión. Las intervenciones estratégicas requieren una autodisciplina absoluta por parte del terapeuta para abordar verdaderamente las necesidades e intereses del cliente; de lo contrario, degeneran en manipulaciones abusivas y consumen enormes cantidades de energía.

El auténtico remordimiento son meta-sentimientos. Cuando el remordimiento es genuino, las personas se enfocan en sí mismas y saben que les conviene. Entonces, lo que hacen es inmediatamente posible, apropiado y eficaz.

Cuando las personas se sienten mal por estar a punto de hacer algo que no se adapta a sus necesidades. las almas, tenemos un meta-sentimientos. Podríamos llamarlo una conciencia de orden superior. A veces es lo único que nos detiene cuando nuestro grupo ha estado involucrado en un proceso destructivo.

Sentir lo que conviene al alma también nos impide jugar un papel heredado en el sistema. El papel tiene consecuencias; influye en lo que hacemos y experimentamos, en lo que creemos y percibimos, pero no promueve la plenitud de nuestra individualidad. Por otro lado, una vez desarrollada la percepción de la meta-conciencia, surgen criterios para evaluar lo que realmente nos conviene. Luego,

las limitaciones impuestas por las dinámicas sistémicas y los roles desaparecen gradualmente.

El logro supremo de todos los meta-sentimientos es la sabiduría. Está asociado con el coraje, la humildad y la energía vital. Es un meta-sentimiento que nos ayuda a distinguir lo que realmente importa. Tener sabiduría no significa saber mucho, sino ser capaz de determinar qué es y qué no es apropiado en las circunstancias inmediatas. La sabiduría nos enseña lo que nuestra integridad personal requiere de nosotros en cada situación. Siempre está relacionado con la acción. Las acciones de un sabio no son el resultado de principios, los de percepción directa de lo que exige la situación. Por eso, el comportamiento de un verdadero sabio nos sorprende con tanta frecuencia.

Cuando se manifiestan, los meta-sentimientos se experimentan como regalos. No puedes forzarlos: vienen espontáneamente, como bendiciones. Son la recompensa de la experiencia de la vida: fruta madura.

El meta-amor es una propiedad fundamental de la parte de la vida y podemos sentirlo en todos los ámbitos de nuestra existencia, especialmente en las relaciones. Meta-smor, además del amor primario, da fuerza y seguridad a las relaciones, siendo fuente de verdadera responsabilidad, confianza y fe".

*** : Reflexiones sobre emociones, sensaciones y sentimientos**

Evitar nuestros sentimientos o escondernos detrás de una serie de ingeniosos emojis y memes de las redes sociales no es la solución (aunque es muy satisfactorio). Comprender las emociones que sentimos, cómo hablar sobre ellas y las formas de navegar por sus complejidades puede ayudarnos a descifrar este código emocional.

Como podemos deducir, las emociones generan sensaciones y sentimientos que desencadenan efectos físicos y químicos en los que se involucra el consumo de energía y es de allí que parten las sensaciones que sentimos, como respuesta a los estímulos recibidos. Es un juego de equilibrio de energías que siempre estará funcionando y que para que el organismo funcione como debe de ser, esas energías siempre deben de estar en equilibrio.

Veamos eso en detalle, como podemos deducir, nuestro organismo funciona mediante el consumo de energía que se extrae de la energía contenida en la formación de Adenosintrifosfato (ATP) que la extrae de los carbohidratos que asimilamos en los alimentos. Ese ATP tiene los oxígenos distribuidos alrededor de los fosfatos que son los que reciben y emiten los fotones necesarios para generar las señales eléctricas (como recordarán, eso lo vimos con la conformación de las membranas neuronales que son moléculas de un fosfolípido (fosfatidilcolina, y más exactamente el Colina), que intercambia los fotones en la capa interior y los neutrinos en la capa exterior, esa combinación es la que genera las señales que el cerebro puede identificar a través de la memoria (muy similar a como funcionan los computadores).

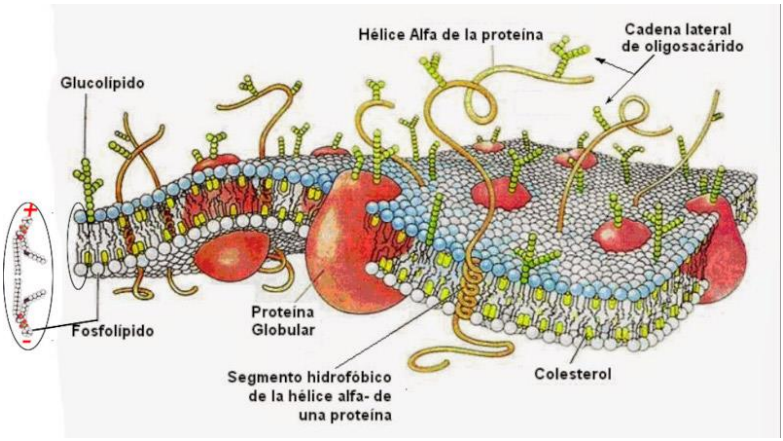


Figura 4.26.2. Señales a través de fosfatidilcolina

Entonces tenemos que desde el momento en el que se recibe el estímulo externo por el epitelio de los sentidos, comienza el consumo de esa energía contenida en el ATP, a mayor el estímulo, mayor el consumo y dependiendo del tipo de estímulo, hay una mayor o menor concentración de fotones o neutrinos en el organismo que se rige por el principio de polaridad.

Por ejemplo, en una pelea, se generan energías negativas en el cerebro, porque el organismo exige un alto consumo de fotones porque necesita activar muchas funciones que gastan fotones, acumulando gran cantidad de neutrinos que producen reacciones que requieren consumir más energía para estabilizarse, como esa

energía proviene del ATP y esta de los carbohidratos, entonces exige un mayor consumo de los mismos, si no se atiende ese requerimiento, genera la sensación de debilidad y otras emociones con efectos negativos para todo el organismo.

Las emociones normales con tendencia positiva, generan un consumo equilibrado de energía sin excedentes, pero si hay excitación de alegría, produce un alto consumo de neutrinos negativos para estabilizar el proceso, también demanda neutrinos del ATP "La felicidad me dio hambre", por eso, cuando estamos alegres o tenemos un estado positivo muy alterado, algunas cosas no funcionan bien y necesitamos colocar los pies en el piso para aterrizar, literal y simbólicamente mente cierto "los males previenen o se evitan si tenemos los pies en la tierra y no soñamos con cosas imposibles producto de la euforia del momento".

Ese control energético implica muchas cosas dentro del funcionamiento del organismo, acumular energía negativa repercute en muchas funciones metabólicas del organismo y son el origen de los sentimientos negativos, siendo la causa directa de muchas enfermedades y trastornos psiquiátricos, por eso la llamada inteligencia emocional va directamente dirigida a controlar ese consumo de energía.

Por ejemplo, todo el mundo habla de estrés y entendemos lo que es, pero de una forma genérica que puede ser desatado por un estado de alerta continuada, que puede presentarse con la actividad físico psíquica derivada de la intención de preparar o prevenir eventos que se espera que ocurran y en los que pretendemos evitar errores o hechos que nos puedan perjudicar de alguna manera. También se presenta como resultado de trabajos exigentes de atención continuada por un lapso extendido de tiempo. Esta actividad cerebral, genera un alto consumo de energía positiva (fotones) derivados del estado de alerta y por consiguiente, un exceso neutrinos que también se acumulan a la espera del momento esperado, y si hay tardanza en su utilización pueden comenzar a entorpecer algunas reacciones cerebrales.

Cuando los expertos recomiendan respirar hondo y colocar los pies en la tierra para controlar la ansiedad o el estrés, la razón es muy sencilla, cuando hay un excesos de energía positiva entorpeciendo de

alguna manera el funcionamiento del organismo, es necesario recibir energía negativa proveniente de la energía magnética negativa de la tierra, que estabiliza esas moléculas y todo vuelve a la normalidad o si estamos muy tristes por algo que sucedió y no podemos controlar, dar un paseo al aire libre ojalá con sol, calma esas emociones.

Resumiendo, el organismo funciona bien, al tener esos dos parámetros en equilibrio, el exceso de cualquiera de ellos, desestabiliza el funcionamiento cerebral y crea condiciones para el mal funcionamiento del organismo.

Hay que tener en cuenta que tanto las emociones, como las sensaciones y los sentimientos requieren de diferentes niveles de consumo de energía, pero todos afectan directamente las reacciones físico químicas del organismo, el mayor problema, quizás, lo pueden representar los sentimientos, que generalmente duran mucho más tiempo que las emociones y las sensaciones que generalmente son momentáneas. En ese orden de ideas, los sentimientos como generalmente son voluntarios, son los que pueden generar grandes cambios en el metabolismo al someter a órganos o glándulas a prolongados períodos de excitación que pueden afectar la salud de las personas y en la mayoría de los casos, pueden ser la causa de enfermedades con riesgo, como veremos a continuación-

*** : Las consecuencias del descontrol en la energía**

En tal sentido, tradicionalmente las teorías del estrés psicosocial se han centrado más en las emociones negativas y la permisividad con

sensaciones y sentimientos que generan energías negativas como la ira, el temor, la ansiedad, la vergüenza, la culpabilidad, la tristeza, la envidia, los celos y el asco, que en las positivas. Hoy en día hay datos suficientes para afirmar que las emociones negativas tienen un efecto negativo sobre la salud (Kiecolt-Glaser, 2009; Sandín, 2002; Sirois & Burg, 2003).

Así, algunos autores afirman que las emociones positivas potencian la salud, mientras que las emociones negativas tienden a disminuirla (Fernández-Abascal & Palmero, 1999). Por ejemplo, en periodos de estrés en los que tenemos que responder a unas altas demandas ambientales, desarrollamos reacciones emocionales negativas, y cuando nos encontramos bajo la influencia de estos estados 100 José Antonio Piqueras Rodríguez, Victoriano Ramos Linares, Agustín Ernesto Martínez González, Luis Armando Oblitas Guadalupe Suma Psicológica, Vol. 16 No 2: 85-112, diciembre 2009, Bogotá (Col.) emocionales negativos es más probable desarrollar enfermedades relacionadas con el sistema inmune, o adquirir determinados hábitos poco saludables, que a la larga pueden minar la salud (Becoña, Vázquez & Oblitas, 2004; Ramos et al., 2006).

En cambio, las emociones positivas, como la alegría, ayudan a mantener, e incluso recuperar, la salud (Nezu, Nezu & Blissett, 1988). Las emociones negativas que más se han estudiado en cuanto a sus relaciones con trastornos de salud son la ansiedad, la depresión y la ira. Una de las reacciones emocionales más investigada es sin duda la de la ansiedad, como estado emocional asociado a múltiples trastornos, especialmente los psicofisiológicos. Otra emoción negativa bastante estudiada es la ira, por su relación con los trastornos cardiovasculares (Miguel-Tobal, Casado, Cano-Vindel & Spielberger, 1997).

La tristeza-depresión, como emoción básica, se considera que es precursora de la depresión como patología, la cual cursa por lo general con altos niveles de ansiedad. Por último, el asco es una emoción muy poco estudiada en este sentido, pero ya existen algunas evidencias de su implicación en los procesos salud-enfermedad (Cisler et al., 2009).

Estamos preparados para desarrollar reacciones emocionales intensas, e incluso para repetirlas cuando sea necesario, sin que ello

suponga un problema, pero a mediano plazo se pueden agotar nuestros recursos físicos, comportamentales, sociales o materiales, o alterarse algunas funciones asociadas a las reacciones emocionales, o en definitiva surgir algún problema asociado a las emociones. Lejos de la opinión mantenida por la investigación psicosomática en sus inicios respecto del carácter causal de las emociones en las enfermedades, en la actualidad se admite que los factores psicológicos pueden ser causa necesaria pero no suficiente para la aparición de determinados trastornos. Se señala la multicausalidad y la interrelación entre los diversos factores causales como la explicación etiológica más plausible (American Psychological Association, 2009; Joseph, Gierlach, Housley & Beutler, 2005; Suls & Rothman, 2004).

Esta multicausalidad, centrada en considerar simultáneamente las factores genéticos, ambientales, psicofisiológicos, y principalmente el peso de la interacción como elemento de predisposición del individuo a padecer una determinada enfermedad, es el gran mérito de la investigación psicológica actual en este campo (Kop et al., 2002).

Se han hipotetizado diversas vías para explicar las interrelaciones de los factores emocionales en el proceso de salud-enfermedad (Cano-Vindel & Miguel-Tobal, 2001):

Las reacciones desadaptativas de ansiedad, de tristeza-depresión y de ira que alcanzan niveles demasiado intensos o frecuentes, cuando se mantienen en el tiempo, tienden a producir cambios en la conducta, de manera que se incrementa la probabilidad de que el sujeto adopte conductas perjudiciales para la salud (como las adicciones) y de que olvide los hábitos saludables (ejercicio físico, etc.). Por ejemplo, existe una relación positiva entre ansiedad y consumo de tabaco, así como entre tabaquismo y cáncer.

En definitiva, estos estados y necesidades emocionales concretos pueden desempeñar un papel primordial en las prácticas de salud, cómo, por ejemplo, el malestar emocional no ayuda a que la gente se implique en la realización de hábitos que favorezcan su salud tales como el no fumar, hacer ejercicio, desayunar, etc. (Leventhal, Prochaska & Hirschman, 1985).

Estas reacciones emocionales mantienen niveles de activación fisiológica intensos que podrían deteriorar nuestra salud si se cronifican. Las disfunciones fisiológicas consecuentes serían arritmias, aumento crónico de la presión arterial, dispepsias, dermatitis, dolor muscular, etc.

Así, los pacientes con arritmias, hipertensión esencial, cefaleas crónicas, o diversos tipos de dermatitis, presentan niveles más altos de ansiedad, ira y activación fisiológica que la población general. En el nivel fisiológico, la evaluación de respuestas del organismo (como la tasa cardiaca) y el estudio de su relación con variables psicológicas ha dado lugar a una disciplina llamada psicofisiología, que arranca desde finales del siglo XIX.

A su vez, el estudio de la patología de los sistemas fisiológicos que se activan en la emoción se inicia en los años cincuenta. Se Emociones negativas y su impacto en la salud mental y física 101 Suma Psicológica, Vol. 16 No 2: 85-112, diciembre 2009, Bogotá (Col.) supone que los trastornos psicosomáticos o psicofisiológicos (como algunos dolores de cabeza o de espalda, ciertas arritmias, los tipos de hipertensión arterial más frecuentes, algunas molestias gástricas, etc.) podrían estar producidos por un exceso en la intensidad y frecuencia de la activación de las respuestas fisiológicas del sistema que sufre la lesión o disfunción (cardiovascular, respiratorio, etc.).

Se trataría de una disfunción de un sistema orgánico que está trabajando en exceso y mantiene esta actividad demasiado tiempo. A su vez, el trastorno produce más ansiedad y, por lo tanto, aumento de la actividad de ese sistema, elevando así la probabilidad de desarrollar y mantener un mayor grado de disfunción orgánica.

Esta alta activación fisiológica puede estar asociada a un cierto grado de inmunodepresión, lo que nos vuelve más vulnerables al desarrollo de enfermedades infecciosas o de tipo inmunológico, o bien la supresión o control de estas emociones puede acarrear altos niveles de activación fisiológica y un cierto grado de inmunosupresión.

En resumen, el sufrimiento de estados emocionales negativos persistentes puede afectar al funcionamiento del sistema inmunológico, del sistema endocrino-metabólico y, en general, de todas las funciones fisiológicas (Martín, 2005; Ramos et al., 2006).

A continuación, señalaremos los trastornos sobre los que existe una mayor evidencia de influencia de las emociones negativas. Como se observará, la práctica totalidad de sistemas orgánicos aparecen relacionados con factores psicológicos que juegan un papel importante en el inicio, desarrollo y mantenimiento de enfermedades.

- : **Cáncer**

Los enfermos oncológicos sufren reacciones psicológicas negativas ante la enfermedad de cáncer, tales como ansiedad, depresión, ira e incluso asco "patológico". Así, el impacto del diagnóstico producirá variadas reacciones psicológicas en el paciente en función de cómo es percibido.

Por ejemplo, si para el afectado el diagnóstico significa amenaza para la propia vida, reaccionará con ansiedad; si representa pérdida de control sobre sí, experimentará depresión; y si lo percibe como una agresión y una injusticia, reaccionará con rabia. Además, los tratamientos mediante agentes quimioterapéuticos producen náuseas y vómitos no sólo por afectación neurológica sino también horas antes del tratamiento o ante situaciones, objetos o lugares que les recuerdan la situación, todo lo cual tiene bastante que ver con las sensaciones de asco.

Se trata de un condicionamiento clásico a los efectos asociados al tratamiento químico que el enfermo generaliza. A medida que se acerca el día del tratamiento o recibe ciertos estímulos (situacionales, visuales, olfatorios, etc.) se desencadenan estas conductas de manera irresistible. Su prevalencia oscila, según los estudios, entre el 18%-65% (Aapro, Kirchner & Terrey, 1994; Roscoe, Morrow, Hickok & Stern, 2000).

En el 65% de los enfermos las náuseas y vómitos anticipatorios persisten a los seis meses. Pero también la relación entre el asco y el cáncer ha sido investigada en otros dos sentidos. Por una parte, se ha postulado el papel del asco en el diagnóstico precoz del cáncer de páncreas y del cáncer de pulmón (Gullo, Tomassetti, Migliori, Casadei & Marrano, 2001). Por otra parte, se ha investigado hasta qué punto el origen de la fobia a la sangre/inyecciones, que tiene claros vínculos con el asco, se explica por la experiencia traumática

con la quimioterapia o bien con otras variables (Carey & Harris, 2005).

Estas manifestaciones psicológicas se encuentran asociadas a la gravedad de la neoplasia e influyen claramente en la respuesta a la enfermedad y en las expectativas de vida (Alonso, 2006). Así, existen varias hipótesis que intentan explicar la influencia de los factores psicológicos en el comienzo y la progresión del cáncer, que van desde su influencia en la función inmunitaria, pasando por su influjo sobre hábitos como el tabaco y el alcohol, hasta el peso que estos factores psíquicos ejercen sobre el paciente para decidir el momento de solicitar atención médica (Miralles, Otin & Rojo, 2003).

Por ejemplo, se ha estudiado el grado de 102 José Antonio Piqueras Rodríguez, Victoriano Ramos Linares, Agustín Ernesto Martínez González, Luis Armando Oblitas Guadalupe Suma Psicológica, Vol. 16 No 2: 85-112, diciembre 2009, Bogotá (Col.) expresividad/represión emocional del enfermo oncológico, así como el posible efecto de estas variables sobre su pronóstico. En este sentido, se ha descrito el patrón conductual tipo C (en contraste con el tipo A descrito en cardiología) que caracteriza al paciente cooperador y no autoritario, que suprime sus emociones negativas, particularmente la ira, y que acepta y sigue las instrucciones de las autoridades externas.

Sin embargo, no se han obtenido resultados homogéneos, ya que tal como ha sido descrito hasta el momento, el patrón de conducta tipo C corresponde más a un estilo de afrontamiento posible no sólo en pacientes con cáncer sino en enfermos crónicos, y no parece relacionarse directamente con depresión (Torres, 2006; Vinaccia, 2003).

En el momento actual debemos concluir que. si las situaciones estresantes u otros factores psicológicos ejercen un efecto sobre la incidencia del cáncer, este efecto es de escasa cuantía y sólo en algunos tipos de él. Por ejemplo, una de las últimas revisiones sobre la relación del cáncer con la afectividad negativa y la ira indica que el estilo de ira controlada y el afecto negativo no están asociados con el cáncer de mama, el melanoma o el riesgo global de cáncer, pero sí es un factor de riesgo menor en el desarrollo del cáncer de próstata, colon-rectal y de pulmón. Por tanto, la asociación difiere en función del tipo de cáncer (White et al., 2007).

Estudios psiconeuroinmunológicos han analizado la influencia del estrés, la ansiedad y la depresión como factores de riesgo etiológicos en el crecimiento de la neoplasia, no existiendo en la actualidad consenso acerca de su papel de variable desencadenante pero sí como variable moderadora que influye en la velocidad del proceso cancerígeno (Amigo et al., 2003, p. 200; Glaser, 2005; Kiecolt-Glaser, 2009). También la relación específica entre depresión y cáncer se ha estudiado desde varias perspectivas.

Aunque no se ha demostrado una asociación clara entre los factores psicológicos y el comienzo, exacerbación o la evolución de la enfermedad neoplásica, estudios más recientes con mayor solidez metodológica han sugerido que la progresión del cáncer, y no su inicio, puede verse influida en mayor medida por factores psicosociales (Miralles et al., 2003). Además, desde la psiconeuroinmunología se señala que cada vez hay más evidencias sobre la influencia de los eventos estresantes y las emociones negativas en el sistema inmunológico, y a través de éste, en dicha enfermedad (KiecoltGlaser, 2009).

Para una revisión con mayor profundidad recomendamos al lector acudir a Rivero, Ramos, García-López & Piqueras (2006) y Kiecolt-Glaser (2009). Infección por el virus de inmunodeficiencia humana (VIH) Los pacientes infectados por el VIH también presentan sintomatología ansiosa, como la excesiva preocupación, el miedo y la obsesión por ser portador del vih o de presentar alguna de las llamadas enfermedades oportunistas, como el sida. La persona seropositiva está sometida a numerosos estresores que pueden ocasionar trastornos de adaptación, de ansiedad y depresión, entre otros.

Los síntomas más predominantes son la ansiedad generalizada, la hipocondría, los comportamientos obsesivos, los pensamientos depresivos, la culpabilidad y el autocastigo (Tulldrá, Izquierdo, Fumaz & Ferrer, 2003). Las pruebas para detectar el vih son un importante estresor. Se ha descrito una prevalencia alta de ansiedad y depresión en pacientes en periodos anteriores a la realización de las pruebas, y descenso de dichos síntomas tras efectuarlas. Así, el 25% de los pacientes diagnosticados como “seropositivos” desarrollan tras las pruebas trastornos de adaptación y trastornos mixtos ansioso-depresivos, además de existir en ellos un riesgo de

suicidio 36 veces superior al de la población no infectada (Marzuk et al., 1988).

Por su parte, Teva, Bermúdez, Hernández y Buela-Casal (2005) hallaron niveles de depresión, ansiedad e ira no expresada en pacientes con VIH, así como su asociación con los niveles de carga viral, grado de lipodistrofia y el estadio de infección. Por último, la asociación entre emociones negativas y VIH-positivo ha sido también abordada al analizar la eficacia de las intervenciones cognitivo-conductuales en la mejora de la salud mental y el funcionamiento inmunológico. Así, Emociones negativas y su impacto en la salud mental y física 103 Suma Psicológica, Vol. 16 No 2: 85-112, diciembre 2009, Bogotá (Col.) las intervenciones centradas en mejorar la sintomatología depresiva, ansiosa; de ira, estrés, y el conteo de células cd4, han mostrado mejoras significativas en depresión, ansiedad, ira y estrés, si bien la evidencia es limitada para los efectos en el conteo de células cd4 (Crepaz et al., 2008).

- : **Trastornos cardiovasculares**

Varios estudios han mostrado que la depresión es un factor de riesgo significativo de enfermedad coronaria, infarto de miocardio y mortalidad cardiaca, así como también la ansiedad y el estrés (Fernández, 2003, pp. 100-101). También existe evidencia sobre la alta prevalencia de los trastornos psiquiátricos comórbidos con la enfermedad cardiovascular, concretamente con el episodio depresivo mayor (29%), trastorno dístímico (15%), trastorno depresivo mayor recurrente (31%), trastorno de estrés postraumático (29%) y trastorno de ansiedad generalizada (24%) (Bankier, Januzzi & Littman, 2004).

Otro grupo de investigaciones han estudiado la asociación entre depresión y ansiedad con el pronóstico de pacientes cardíacos. Por lo tanto, la depresión se ha relacionado con una peor evolución de los pacientes coronarios, ya que predispone a nuevos infartos y a la aparición de trastornos del ritmo cardíaco (Carinci et al., 1997).

Respecto a la ansiedad, no sólo el trastorno de ansiedad generalizada, sino también los trastornos fóbicos, se han asociado al aumento de riesgo cardíaco en diversas poblaciones. En resumen, algunas investigaciones han encontrado que la depresión está asociada con alta mortalidad, en tanto que la ansiedad se asocia con

baja mortalidad (Herrmann, Brand-Driehorst, Buss & Ruger, 2000), si bien no se ha documentado una relación causal directa (Lespérance & FrasureSmith, 2000).

Otro de los factores asociados a los trastornos cardiovasculares relacionados con la "afectividad negativa" ha sido el complejo hostilidad-ira-agresión, o síndrome ira-hostilidad-agresión (ahi). Este síndrome ha recibido atención tanto como componente del patrón de conducta tipo A como de forma aislada, siendo el que más se ha relacionado con la enfermedad cardiovascular, en especial el componente de hostilidad. El complejo o síndrome ahí está conformado por la ira, que es el componente emocional; la hostilidad, que hace referencia al componente cognitivo; y la agresividad, atinente al aspecto conductual (FernándezAbascal, Marín & Domínguez, 2003).

Aunque el grado que alguien necesita para enojarse puede influir en el curso y el resultado de las enfermedades, la manera como se expresa/ maneja la ira tiene un impacto mucho mayor en el curso de la enfermedad y en el impacto. Al considerar cómo se manifiesta la ira, los investigadores han identificado tres estilos: supresión, expresión y control (anger-in, anger-out y anger-control).

Anger-in es cuando la persona suele afrontar la situación reprimiendo la expresión verbal o física, pero experimenta activación interna elevada, mientras que anger-out implica manifestaciones de conducta airadas, verbales o físicas, hacia otras personas u objetos, pero sin intención de producir daño. Por último, el control de la ira (Anger-Control) es un estilo que se caracteriza porque la persona intenta canalizar su energía emocional proyectándola hacia fines más constructivos, para llegar a una resolución positiva del conflicto (Spielberger, Reheiser & Sydeman, 1995). Ser capaz de expresar ira parece disminuir su impacto negativo en las funciones física y emocional. En cualquier caso, expresar ira puede tener consecuencias negativas como ser "socialmente inaceptable", crear conflictos y activar consecuencias negativas percibidas.

Por lo tanto, el estilo de control de la ira parece el más adecuado. En este sentido, Krantz et al. hallaron que la relación entre factores psicosociales como la ira y la hostilidad, los síntomas cardíacos y la

enfermedad arterial coronaria (eac), probada angiográficamente en mujeres, consistía exactamente en que la alta expresión de la ira se asociaba a la presencia de eac, mientras que los rasgos de ira/hostilidad estaban asociados a un incremento de síntomas, sobre todo dolor torácico no asociado a angina en mujeres sin eac (Krantz et al., 2006). Mención aparte merece la hipertensión arterial primaria (HTA) o esencial, por ser un factor de riesgo cardiovascular donde la ansiedad juega un papel importante.

Es una alteración con etiología multicausal en la que uno o varios factores 104 José Antonio Piqueras Rodríguez, Victoriano Ramos Linares, Agustín Ernesto Martínez González, Luis Armando Oblitas Guadalupe Suma Psicológica, Vol. 16 No 2: 85-112, diciembre 2009, Bogotá (Col.) de riesgo están presentes para provocar una elevación de la presión arterial, siendo esos factores de riesgo principalmente conductuales.

La Organización Mundial de la Salud ha reconocido el relevante papel que puede jugar el estrés en la HTA, aunque también acepta la dificultad de cuantificar esa influencia en el desarrollo de esta enfermedad (Organización Mundial de la Salud, 1986). Entre los factores psicológicos que muestran mayor evidencia de correlación con la hipertensión se destacan la ansiedad y la ira en su desarrollo y mantenimiento, ya sea directamente por efectos sobre el sistema cardiovascular, o indirectamente por su influencia en los factores conductuales, tales como el hábito alimenticio, el ejercicio físico, etc. (Amigo et al., 2003).

Un perfil de sujeto hipertenso se caracteriza por su alto rasgo general de ansiedad, alta reactividad en los sistemas de respuesta cognitivo y fisiológico, y en menor medida en el sistema motor; y con reacciones de ansiedad intensas ante las situaciones de prueba o evaluación, las situaciones potencialmente fóbicas, las habituales en su vida diaria y, en menor proporción, ante las situaciones interpersonales. En ese sentido, estudios recientes han evidenciado altos niveles de control de la ira y presencia de mecanismos de supresión de dicha emoción en pacientes con diagnóstico de hipertensión arterial (Gaviria et al., 2009), así como altos niveles de ansiedad y depresión entre estos pacientes, que se caracterizaron como factores de riesgo posibles de hipertensión (Han et al., 2008).

- : **Trastornos dermatológicos**

Desde el punto de vista fisiológico, la piel es uno de los órganos más sensibles a las emociones. Probablemente sea responsable de ello el origen embriológico común ectodérmico de la piel y del sistema nervioso que hace que ambas estructuras tengan en común multitud de neuromoduladores, péptidos vasoactivos y sistemas bioquímicos de información interna.

Los trastornos dermatológicos o cutáneos han sido considerados tradicionalmente como pertenecientes a la psicosomática, pues se conoce que pueden ser precipitados o exacerbados por el estado emocional de la persona. Respecto de diversos trastornos cutáneos como la psoriasis, la dermatitis atópica, la urticaria, la alopecia areata, etc., se mantiene que existen muchos factores que pueden actuar como desencadenantes de los brotes o desempeñan un importante papel como factor mantenedor de éstos (Panconesi, 2000). Entre otros se hallan el estrés y alteraciones emocionales como la ansiedad o la depresión, que pueden tanto causarlos como exacerbarlos.

También el acné se ha relacionado con el estrés emocional, pues es exacerbado mediante la liberación de hormonas como los glucocorticoides y andrógenos a consecuencia de la respuesta emocional a los estresores (Miralles et al., 2003). Por otra parte, diversos estudios han sugerido que los trastornos dermatológicos presentan alta comorbilidad con los ansiosos y afectivos.

En principio esto estaría relacionado con la desfiguración facial o de otra parte del cuerpo que podría generar problemas psicológicos tales como sentimientos de inferioridad, soledad y baja autoestima, así como retraimiento social. Sin embargo, sólo una pequeña proporción de personas desarrolla trastornos psíquicos serios como fobia social, ansiedad generalizada o depresión mayor (Folks & Kinney, 1992).

- : **Trastornos endocrinos**

Investigaciones recientes apoyan la existencia de una relación entre eventos vitales estresantes y el comienzo diabético. Debido a que estos estudios se han realizado con pequeñas poblaciones, deben interpretarse sus resultados con prudencia; sugieren que algunas

personas son más vulnerables que otras a los efectos del estrés. El estrés crónico en una persona predispuesta a padecer diabetes (obesa y edad avanzada) puede constituir un elemento coadyuvante para desarrollar la enfermedad (Surwit et al., 2002).

Así, los factores estresantes pueden precipitar su inicio menoscabando la regulación del metabolismo de los hidratos de carbono en el paciente, tanto asintomáticamente como produciendo hiperglucemias en la fase de estado. Otros estudios han señalado que la presencia de síntomas depresivos incrementa el riesgo de desarrollar diabetes en un 22% (Arroyo et al., Emociones negativas y su impacto en la salud mental y física 105 Suma Psicológica, Vol. 16 No 2: 85-112, diciembre 2009, Bogotá (Col.) 2004), mientras que otros más, como el de Kessing, Nilsson, Siersma y Andersen, no hallan esta relación, con lo cual tampoco se puede concluir categóricamente al respecto (Kessing, Nilsson, Siersma & Andersen, 2004).

Por último, algunos autores han señalado que los diabéticos presentan una mayor prevalencia de trastornos de ansiedad y depresión en contraste con la población no diabética (Peyrot & Rubin, 1997). En resumen, junto con otros factores, parece existir un componente psicógeno que influye en la evolución de la enfermedad al condicionar la forma de adaptarse a los estresores sociales (el primero de los cuales es el propio diagnóstico de la diabetes).

En este componente psicógeno confluyen variadas circunstancias, como son las primeras experiencias en relación con la diabetes, la respuesta de la familia de origen ante el diagnóstico, los rasgos de personalidad (neuroticismo, dramatismo, dependencia), el soporte sociofamiliar, el inicio temprano del proceso, las hospitalizaciones desde la adolescencia, las consecuencias familiares de la enfermedad, la responsabilidad que comporta la intervención activa del enfermo en su tratamiento y control, la certeza de cronicidad y de posibles complicaciones graves, y la dificultad para mantener un control dietético (Surwit et al., 2002).

- : **Trastornos gastrointestinales**

La función principal del sistema gastrointestinal es la de acomodar y guardar los alimentos ingeridos para, a continuación, molerlos, triturarlos y, finalmente, liberarlos de una manera coordinada a la

luz intestinal. Dado que la principal actividad del estómago es el vaciado gástrico, los problemas motores que se han relacionado con este fenómeno se pueden dar en cualquier parte del aparato digestivo, tanto en el esófago, como en el estómago o los intestinos.

Por ello, vamos a describir qué papel juegan la ansiedad y la depresión en el funcionamiento de cualquiera de estos órganos. En cuanto al esófago, algunos trabajos destacan una mayor comorbilidad entre trastornos afectivos, trastornos de ansiedad y trastornos de la motilidad esofágica (Handa et al., 1999). También existen datos a favor de que un trastorno psíquico ansioso o depresivo puede iniciar otro esofágico, y a su vez, la anormalidad en la motilidad del tracto incrementar la ansiedad.

En cuanto al funcionamiento del estómago, el estrés y los factores emocionales son considerados factores de riesgo en algunas enfermedades de la motricidad gástrica. Según Overmier (2000), varios estudios han descrito la existencia de pacientes con manifestaciones típicas de gastroparesia o retraso de vaciado gástrico en los cuales no se hallaba causa orgánica identificable. Se trataría de personas jóvenes, en quienes los factores psicológicos desempeñan un papel fundamental, por ejemplo, en las pacientes con anorexia nerviosa o en aquellos sometidos a situaciones de estrés.

Determinadas condiciones clínicas, como la infección por Helicobacter pylori, la dispepsia funcional no ulcerosa o el síndrome del colon irritable, se han asociado en este grupo de pacientes con manifestaciones clínicas de gastroparesia (Overmier, 2000). Respecto a la úlcera péptica, la teoría fisiopatológica más conocida es la de que el estrés produce una intensa secreción ácida e hipersecreción de peptina, mediada por la estimulación vagal, que acaba lesionando la mucosa y ha sido considerada como paradigma de enfermedad psicosomática.

Sin embargo, el descubrimiento del Helicobacter pylori y la evidencia de personas hiperestresadas sin lesión, así como la presencia de úlceras en personas sin psicopatología significativa, han obligado a replantear la cuestión. Aun así, la revisión de Overmier y Murison indica que el estrés es un factor de riesgo independiente para el

desarrollo y la recurrencia de la enfermedad ulcerosa (Overmier, 2000).

Concretamente, periodos transitorios de estrés se asocian a una mayor probabilidad de desarrollar úlceras de estómago en periodos de estrés prolongados. En la actualidad, aunque existe controversia acerca del papel de los factores psicológicos, lo que sí parece claro es que la úlcera péptica debe ser considerada como un problema de salud de tipo biopsicosocial y a partir de ahí abrir un nuevo campo de estudio para esclarecer la relación entre los factores implicados (Tobón, Sandín & Vinaccia, 106 José Antonio Piqueras Rodríguez, Victoriano Ramos Linares, Agustín Ernesto Martínez González, Luis Armando Oblitas Guadalupe Suma Psicológica, Vol. 16 No 2: 85-112, diciembre 2009, Bogotá (Col.) 2005).

También se llegó a describir una personalidad "ulcerosa", la de la persona con necesidades intensas de dependencia y deseos íntimos de ser cuidada y protegida, pero la evidencia actual rechaza este tipo de personalidad. En cambio, parece existir acuerdo en cuanto a que determinados factores psíquicos, independientes de la "personalidad ulcerosa", podrían influir tanto sobre estas conductas de riesgo como en la percepción y valoración de los síntomas ulcerosos por el paciente.

Nos referimos a los hábitos de consumo (tabaco, alcohol, etc.), factores emocionales (personalidad con hostilidad, ansiedad) y antecedentes familiares (Miralles et al., 2003). Otros trabajos muestran una comorbilidad alta de la depresión mayor, los trastornos de pánico y agorafobia, con la dispepsia no ulcerosa (Handa et al., 1999). Por otra parte, parece contrastada la importancia de los factores psicológicos en la caracterización de los trastornos intestinales. Los datos de numerosos estudios indican que los individuos con síntomas gastrointestinales presentan mayor prevalencia de trastornos psíquicos que quienes están libres de estos síntomas (García-Vega, 2003).

Dos de los trastornos más estudiados han sido la enfermedad inflamatoria intestinal (colitis ulcerosa y enfermedad de Crohn) y el síndrome de intestino irritable. Existen datos a favor de la influencia de las emociones y los hábitos conductuales en la fisiología gastrointestinal, más concretamente en la enfermedad inflamatoria

intestinal (Anton, 1999). Parece demostrada una clara relación entre el estrés emocional y la exacerbación del proceso inflamatorio, así como con la percepción de las molestias sintomáticas. Incluso se han descrito rasgos de personalidad obsesivo-compulsivos y alexitímicos característicos. Concretamente, se ha hallado una elevada incidencia de trastornos depresivos y ansiosos entre los pacientes con enfermedad inflamatoria intestinal (García-Vega, 2003).

Respecto del síndrome del intestino irritable, es una de las enfermedades más frecuentes del aparato digestivo. Las hipótesis sobre su etiología son variadas, aunque se sabe que los factores psicológicos tienen un papel importante. Según algunos de los trabajos publicados, hasta el 70% de los pacientes cumplen criterios para algún trastorno psiquiátrico, siendo los de ansiedad y los depresivos los más frecuentes, mientras que otros hallaron en su investigación que, en un notable porcentaje, los trastornos de ansiedad ya se encontraban presentes antes de la aparición de los síntomas gastrointestinales (FernándezAbascal et al., 2003).

Por tanto, los aspectos emocionales que se han relacionado con los trastornos gastrointestinales funcionales (combinaciones de síntomas gastrointestinales que no se explican por alteraciones bioquímicas o estructurales ni muestran anormalidades en estudios médicos) son muy numerosos.

Así, se ha evidenciado que la tendencia agresiva y la hipocondría pueden incidir en la enfermedad gástrica, que la ansiedad y la depresión aumentan el dolor abdominal, la afectividad negativa (tendencia a experimentar ira, disgusto, asco, culpa, temor o depresión) se relaciona con las quejas físicas, etc. Igualmente, se considera que las personas con enfermedades gastrointestinales suelen tener niveles más elevados de miedo, enojo, ansiedad y tristeza, así como ansiedad rasgo y neuroticismo, irritabilidad u hostilidad, etc., y viceversa, es decir, aquellas personas que han pasado por una elevada frustración relacionada con sus metas y tienen reacciones de agresividad, o están afectadas en su estado de ánimo, fatigados, con sentimientos de culpa, con poco interés por las cosas, tensas o preocupadas excesivamente, inquietas o irritables, son más propensas a padecer enfermedades gastrointestinales (Juárez, Cano & Olarte, 2004).

- : Enfermedades neurológicas

Las enfermedades neurológicas son las que presentan una mayor coexistencia con la depresión y la ansiedad (Robertson, 1997). El dolor de cabeza es el síntoma neurológico más evidente y uno de los motivos de consulta más frecuentes en general (se estima que entre un 10%-20% de los casos es el síntoma principal). Existen diferentes tipos: cefalea tensional, migraña, cefalea en racimos y dolores de cabeza Emociones negativas y su impacto en la salud mental y física 107 Suma Psicológica, Vol. 16 No 2: 85-112, diciembre 2009, Bogotá (Col.) diversos.

Tanto la ansiedad como la depresión son comunes en los dolores de cabeza crónicos (Maizels, 2004). Respecto de la cefalea tensional, muchas personas son susceptibles a los dolores de cabeza en épocas de mayor estrés emocional y puede constituir un síntoma importante en síndromes ansiosos y depresivos (Maizels, 2004). La explicación a estas cefaleas es la de que el exceso de ansiedad suele producir contracción de la musculatura de la cabeza y el cuello. Si ésta se prolonga varias horas se produce constricción vascular e isquemia, que sería la causante del dolor. Las personas caracterizadas por patrones de personalidad del tipo A son especialmente proclives a este trastorno.

Se ha estimado que hasta el 95% de estos pacientes padecen síntomas de ansiedad o depresión, bien de naturaleza reactiva o endógena. Además, algunos estudios indican que el padecimiento de cefaleas prolongadas puede desencadenar trastornos psicológicos que, a su vez, podrían convertirse en variables mantenedoras del trastorno psicológico y potenciar la gravedad de la cefalea en futuros ataques. Concretamente, algunos estudios epidemiológicos indican que estos enfermos se caracterizan por rasgos de ansiedad, neuroticismo y depresión anormalmente altos (Stewart, Shechter & Rasmussen, 1994). En cuanto a la relación temporal, según algunos estudios la depresión se inicia después de la cefalea, existiendo una comorbilidad superior al 20% (Maizels, 2004).

El estrés y los trastornos de ansiedad también son un precipitante de la migraña. De acuerdo con estudios epidemiológicos, los trastornos de ansiedad preceden a la migraña, aunque probablemente

interaccionan con otros precipitantes que aumentan su vulnerabilidad, pero sin desencadenarla necesariamente. Así pues, el estrés puede iniciar directamente la migraña en pacientes biológicamente propensos y potenciar indirectamente o intensificar su desencadenamiento. Posteriormente, las migrañas presentan mayor riesgo de asociación a crisis de pánico o ansiedad.

Existen otras enfermedades neurológicas más graves que también presentan una comorbilidad alta con el trastorno depresivo mayor, así como alto riesgo de suicidio en los cinco años siguientes a la lesión, especialmente en pacientes con epilepsia, esclerosis múltiple o lesiones de la médula espinal. Igualmente, se ha documentado una incidencia alrededor del 40% de depresión asociada a accidentes vasculares cerebrales agudos (Starkstein, Fedoroff, Price, Leiguarda & Robinson, 1993). Otra enfermedad muy estudiada es la demencia.

Algunos estudios consideran que esta enfermedad neurológica desencadena trastornos depresivos (Ballard, Bannister, Solis, Oyebode & Wilcock, 1996). Otra enfermedad neurológica más, como el Parkinson, exhibe altos niveles de psicopatología asociada, tanto ansiedad como depresión. Sin embargo, algunos autores recuerdan que hay que ser cuidadoso con esta asociación Parkinson-depresión, ya que el estado de ánimo del paciente puede deberse a estados transitorios de disforia más propios de las exacerbaciones de la enfermedad neurológica (Richard, 2005).

Por último, se ha hallado una asociación entre la ansiedad y la depresión, y la esclerosis múltiple. Así, hasta el 75% de personas con esta enfermedad lleva asociado problemas psicológicos y psiquiátricos (trastornos de pánico, depresivo, bipolar, etc.). Además, la depresión y la ansiedad influyen en la relación entre la esclerosis múltiple y la calidad de vida, ya que los individuos con más síntomas de ansiedad y depresión presentan mayor incapacidad física y peor calidad de vida (Janssens et al., 2004).

- : Trastornos respiratorios

Actualmente no se ha podido demostrar la influencia etiopatogénica en la enfermedad respiratoria de los factores psicológicos, pero sí se acepta la posible influencia de los factores psicosociales sobre la evolución del asma bronquial o en el mantenimiento de algunos de los síntomas. Así, existen múltiples estudios metodológicamente

rigurosos que demuestran el importante papel que la ansiedad asociada a las crisis de asma desempeña sobre la evolución del asma bronquial y de la enfermedad respiratoria en general (Bosley, Corden & Cochrane, 1996).

La ansiedad de algunos pacientes se asocia a una peor evolución de 108 José Antonio Piqueras Rodríguez, Victoriano Ramos Linares, Agustín Ernesto Martínez González, Luis Armando Oblitas Guadalupe Suma Psicológica, Vol. 16 No 2: 85-112, diciembre 2009, Bogotá (Col.), la enfermedad, al aumentar la sintomatología y transmitir una mayor sensación de gravedad, lo que lleva a tratamientos más urgentes, frecuentes, agresivos y costosos. La depresión también puede influir negativamente sobre la evolución del paciente asmático, conduciendo a un autocuidado pobre, con incumplimiento de las prescripciones médicas y tendencia a la indiferencia ante los síntomas respiratorios (M. I. Vázquez, Romero-Frais & Sández, 2003).

- : **Trastornos Reumatológicos**

Estudios psiconeuroinmunológicos han analizado la influencia del estrés, la ansiedad y la depresión como factores de riesgo etiológicos en el aumento de la acumulación de calcio en las articulaciones óseas, principalmente en las extremidades, provocando deformaciones que producen un dolor intenso que se convierte en una fibromialgia aguda equivalente a una falta total de control del organismo.

Con la conferencia magistral “Envidia: la anunciante grupal de las necesidades humanas”, a cargo del psiquiatra adictólogo, Pedro Camacho Segura, inició el I Coloquio “Las bajas pasiones frente al espejo: estudios clínicos y humanísticos de las emociones/envidia y celos”, en el Instituto de Investigaciones Histórico-Sociales (IIH-S) de la Universidad Veracruzana (UV). Las actividades continúan hasta el 4 de octubre y la entrada es libre.

En el evento es notoria la participación de estudiantes y académicos de la UV, así como público en general interesado en el tema, y se desarrolla en el Auditorio “Gonzalo Aguirre Beltrán” del IIH-S, ubicado en la calle Diego Leño número 8, en el centro de la ciudad.

Camacho Segura, presentado por su colega Alejandro Sánchez Hidalgo, destacó que la envidia a nivel médico es un síntoma de depresión y ésta, a su vez, lo es de una enfermedad mental. Incluso cuestionó al público si creían que la envidia se médica y añadió.

“La respuesta es un rotundo sí. Cuando una persona sufre de envidia en realidad es un síntoma depresivo que requiere medicarse. Ahora bien, la envidia no necesariamente es patológica, solamente lo es la que se médica y existe una parte de la envidia que es positiva.”

El también coautor de las guías de Práctica Clínica de Depresión del Instituto Nacional de Psiquiatría “Dr. Ramón de la Fuente Muñiz” expuso un resumen teórico de la envidia, para el cual recurrió a Jean-Jacques Rousseau, Sigmund Freud, Melanie Klein y Julie Gerhardt, entre otros; habló de las emociones y concluyó con la escena envidiosa.

“En el momento actual, en 2019, considero que la envidia no es una emoción, sino un proceso, en la cual uno de los componentes es el sentimiento envidioso. Ésa es mi postura teórica.”

De acuerdo con la propuesta del conferencista, para entender la escena envidiosa es necesario tener en cuenta tres aspectos que ha denominado: “gradiente”, se refiere a la calidad de vida, cultura y nivel socioeconómico de la persona; el “dolor” por no tener algo o a alguien, (“si te enseñan a tramitarlo, haces algo con tu envidia, si no, no”); así como el “objeto del deseo”.

“Si en la vida nos ha ido bien, independientemente de cómo nos vaya en el momento, vamos a tramitar bien la envidia y los celos; y si en la vida tuvimos muchas carencias, por lo tanto, tenemos huecos en nuestra personalidad, vamos a vivir con envidia y celos de los malos. ¿Cómo corregir eso? Con psicoterapia.”

La inauguración de este I Coloquio “Las bajas pasiones frente al espejo: estudios clínicos y humanísticos de las emociones/envidia y celos” estuvo a cargo del director general del Área Académica de Humanidades, José Luis Martínez Suárez.

“El objetivo del coloquio es crear una configuración teórica y metodológica que permita el diálogo y la reflexión de los procesos, prácticas y fenómenos sociales, a partir de las articulaciones y

desarticulaciones, las proximidades y las distancias entre las diversas disciplinas para acceder a un rizoma epistemológico cuyo eje es la emoción, en este caso la envidia y su correlato, los celos", dijo el funcionario universitario.

Asimismo, se congratuló de que la antropología social y de las religiones, arqueología, arte, educación, filosofía, historia del presente, literatura, neuroetología, psiquiatría, psicoanálisis y sociología coincidan en este evento.

Le acompañaron en el presídium: las presidentas del coloquio, Magali Velasco Vargas, directora de la Facultad de Letras Españolas; Guadalupe Vargas Montero, académica del IIH-S, la primera dio la bienvenida al evento y la segunda moderó la ceremonia; los coordinadores académicos del mismo, Alejandro Sánchez-Hidalgo y Tamara Cibrián.

Asimismo, Jorge Morales Mávil, director del Instituto de Neuroetología (IN), y José Velasco Toro, académico del IIH-S, en calidad de integrante del cuerpo académico (CA) Historia y Cultura, y quien participó con una reseña de éste, toda vez que el coloquio se enmarca en las celebraciones del 25 aniversario de este colegiado.

Muchas enfermedades reumatológicas cursan de forma crónica, produciendo dolor, deformación e incapacidad funcional. Repercuten directamente sobre la calidad de vida del paciente, afectando su actividad laboral, social y familiar. Con frecuencia los síntomas y signos de la alteración músculo-esquelética se solapan con la sintomatología propia de una afectación emocional (Sociedad Española de Reumatología, 2001).

En una enfermedad como la artritis reumatoide, el dolor y el deterioro físico pueden causar síndromes psiquiátricos, de los que el más estudiado es el depresivo. Se estima la prevalencia de depresión mayor en alrededor del 17%, y la de distimia, en un 40% aproximadamente (Miralles et al., 2003). Estos factores emocionales han sido implicados en la evolución de la artritis reumatoide de forma desfavorable, en el sentido de poca motivación, depresión no asociada al dolor y mal control de impulsos.

En pacientes con dolor crónico se considera que la presencia de síntomas de ansiedad es muy significativa y tanto la ansiedad como

la depresión son factores facilitadores de la percepción del dolor (Melzack & Wall, 1965). En cuanto a la fibromialgia, existe unanimidad en la literatura con relación a la presencia de alteraciones emocionales en estos pacientes (Rice & Pisetsky, 1999). Se puede decir que síntomas como tristeza, ansiedad, fatiga, insomnio, irritabilidad, falta de concentración, desinterés, apatía e hipocondría, forman parte del cuadro clínico.

Es frecuente la concomitancia de la fibromialgia con otras enfermedades médicas con acreditado contenido psicológico, como el síndrome del intestino irritable, la migraña, problemas de sensibilización alérgica y, en especial, el síndrome de fatiga crónica. Conclusiones En este artículo se ha intentado mostrar una síntesis de la literatura científica relativa a la influencia de las emociones negativas clásicas (tristeza-depresión, miedo-ansiedad, envidia, ira y asco) en el proceso de salud-enfermedad.

Estos factores se han asociado con las enfermedades mentales y físicas como variables influyentes en su inicio, desarrollo y mantenimiento. Se han hipotetizado básicamente dos vías explicativas generales. La primera hace referencia a la influencia de las emociones negativas en la conducta, de manera que interfieren en los hábitos saludables y fomentan el desarrollo de conductas inadecuadas que ponen en peligro nuestra salud. El segundo mecanismo se refiere a la repercusión de la activación psicofisiológica en los sistemas orgánicos, afectando a la inmunidad, por ejemplo.

Por último, se han descrito algunos de los vínculos entre las emociones negativas y los trastornos mentales y físicos. Así, no sólo existe una influencia de las emociones negativas en el inicio y el curso de estos trastornos, sino que también se reconoce una alta comorbilidad tanto de los trastornos mentales como de las enfermedades médicas con los trastornos ansiosos y depresivos y con la ira y el asco patológico, frecuentemente como consecuencia del padecimiento de ellas.

Es preciso señalar algunas de las limitaciones del trabajo. Así, este estudio no tiene como objetivo principal ser exhaustivo ni sistemático en la revisión de la literatura disponible, sino que se plantea como meta llevar a cabo una síntesis del estado de la

investigación sobre emociones negativas y salud, que como se entenderá, es muy amplio.

Sin embargo, consideramos que esta revisión descriptiva puede ser ilustrativa a modo de puesta al día de las relaciones entre las emociones negativas, que siguen siendo de interés para investigadores y clínicos, y los problemas de salud mental y física. Por otra parte, la complejidad y amplitud de la temática hace más recomendable renunciar a profundizar en los muchos aspectos incluidos en este trabajo, si bien consideramos importante mencionar la manipulación que se hace de esas emociones con fines en contravía de la normalidad para los seres humanos.

Hablamos del exagerado uso de la publicidad exaltando figuras de la televisión y el deporte, estas publicaciones pueden tener el objetivo de impulsar el desarrollo y a la superación de algunos, pero desata sensaciones y emociones negativas en la mayoría, hechos que a la larga perjudican el buen desarrollo de la convivencia en las comunidades, estas correlaciones y detalles serán analizados en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO XXVII : La publicidad

Luego de estudiar los aspectos físicos, psíquicos y psicológicos que condicionan nuestra vida, analizando las sensaciones y percepciones que tenemos con las emociones, sus efectos y consecuencias, llegamos a nuestro objetivo, demostrar cómo somos manipulados para obedecer como ovejas. impuestas por seres anónimos que imponen los mitos como barreras infranqueables a nuestra racionalidad. Ahora veremos cómo se nos imponen estas realidades mitológicas, que evolucionan nuestro día a día, haciéndonos olvidar que "el sol sale para todos".

* : Publicidad y la manipulación de las emociones

Desde los inicios de las empresas, la publicidad exitosa siempre se ha aprovechado del conocimiento de la psicología humana. Inicialmente con el "voz a voz", luego con regalos y otras estrategias que han ido transformando los negocios con el paso del tiempo, dejando una porción del precio del producto para pagar los medios incentivadores de más ventas. Sin embargo, con el aumento de los datos disponibles para sacar estadísticas, el descubrimiento de la neurociencia y la complejidad del algoritmo, los anuncios publicitarios son más avanzados y elaborados, alcanzando extremos inimaginables.

Esta realidad es obligatoria y omnipresente para cualquier tipo de empresa, desde las más pequeñas hasta las más grandes. De hecho, hoy en día es más fácil que nunca que la publicidad manipule nuestros instintos y comportamientos de consumo a través de la combinación de medios, Visuales, Auditivos, disruptivos, adaptativos y multifactoriales. Los posibles efectos de la publicidad emocional nunca han perdido relevancia, sin tener en cuenta perjuicios sociales o fisiológicos.

La finalidad de los anuncios publicitarios, es dar a conocer un producto o una idea, sobre todo, vender o imponer esas ideas con todas las actividades diseñadas para conseguir el objetivo de imponer un imaginario de "garantía de seriedad y buena calidad" sobre las ideas o productos, satanizando todo lo que le sea contrario o competencia.

Pero, nuestro mundo se ha vuelto cada vez más competitivo y difícil, por esta razón, los actores publicitarios se han vuelto más creativos para ganar notoriedad. Este hecho los ha llevado a incluir emociones a través de símbolos, por ejemplo, en anuncios que manipulan a los consumidores usan corazones o caritas felices. Así, parece esencial resaltar el hecho de que los espectadores no siempre son conscientes de los mensajes dirigidos a ellos y que puede existir un aspecto no ético en la publicidad emocional. Además, algunos actores de la publicidad emocional, quizás, van demasiado lejos y usan sus anuncios para manipular a las personas, ya sean adultos, niños, jóvenes, ancianos o cualquier persona vulnerable; el objetivo es vender o imponer ideas o costumbres, sin importar las consecuencias en la vida de estas personas.

Parece importante definir, entonces qué se considera éticamente aceptable y qué se puede considerar inaceptable en la publicidad emocional. Una de las preguntas a resolver es sobre la integridad y la moralidad de los propósitos de la publicidad emocional. Por lo tanto, teniendo en cuenta que cierta publicidad va más allá del simple hecho de proporcionar a los consumidores información sobre sus productos, también es necesario estudiar los recursos y técnicas que los productores de publicidad utilizan en los anuncios para crear en ellos necesidades construidas y superficiales.

El objetivo de esta investigación es facilitar el conocimiento de las emociones desde el aspecto físico y psicológico para estudiar el funcionamiento de la publicidad emocional y su valor para las empresas; nos hemos propuesto investigar por qué el uso de la manipulación de la emoción en los anuncios, siendo que es cada vez más frecuente el abuso y por qué tiene tanto valor y es impune para los actores publicitarios.

Este trabajo de investigación pretende ser una revisión de la literatura académica comentada sobre la fisiología y la psicología de

los seres humanos, facilitando entender cómo funciona para poder visualizar la realidad de la publicidad emocional para definirla, entender su funcionamiento, sus técnicas y sus mecanismos; y, además, sobre la visión ética en la publicidad. Para realizar este trabajo se recurrió a fuentes de información, tanto primarias como secundarias. En efecto, se han estudiado tanto textos académicos a través de plataformas como GOOGLE, a modo de ejemplo, pero también se ha analizado y estudiado información proveniente de artículos de prensa y páginas web.

Por último, se presentan las conclusiones de esta investigación, tanto de la parte teórica como acerca de la parte analítica y se ofrecen algunas observaciones sobre los aspectos no éticos en la publicidad emocional y cómo se podrían posicionar las marcas para tener una buena conducta ética y no sobrepasar los límites de lo correcto.

*** : Branding emocional:**

***+ :* Qué es, cómo funciona y cuáles son los beneficios**

Amor, euforia, tristeza, admiración, esperanza, optimismo ¿ves alguna semejanza? ¡Correcto! Son algunos tipos de emociones que experimentamos los humanos. Ahora bien, ¿sabes cómo utilizarlas a favor de tu marca? Es una técnica efectiva, por esto, aprender sobre branding emocional te abrirá muchísimas puertas.

Figura 4.27.1. Branding Emocional

El factor anímico es un elemento imprescindible al momento de evaluar la satisfacción de los consumidores, para mejorar la presencia en el mercado e incluso, para atraer nuevos leads y aumentar la tasa de conversión.

No se trata de jugar con los sentimientos de las personas, ¡para nada! Todo lo contrario, es llegar a un nivel de empatía donde los usuarios se sientan parte de la marca, convencidos de los valores que transmites.

Entremos a un mundo donde las palabras, la identidad visual y la experiencia de la audiencia te harán ganar grandes niveles de rentabilidad y competitividad dentro de un mercado tan complicado y cambiante.

Conocerás qué es el branding emocional, su objetivo, ventajas y algunos casos de éxito de marcas reconocidas mundialmente, ¡Toda la información está abajo!

+ : En principio, ¿qué es branding?

Branding, también conocido como Brand Management — manejo de marca — se basa en **una gestión efectiva de las estrategias de marca** de una organización en particular.

Esta gestión de marca abarca: creación, planificación a largo plazo y gestión de elementos propios de la marca para aprovechar la percepción sobre el negocio en la mente de sus consumidores.

En resumen, branding se refiere a la **planificación, estructuración, gestión y promoción de una marca** con la finalidad de garantizar que todos sus stakeholders perciban y comprendan el posicionamiento de la empresa, aumenten su competitividad en el mercado, mejoren su visibilidad y hagan que la reputación de la compañía se mantenga en excelente forma con su público objetivo.

Ahora bien, conectar las audiencias tiene múltiples técnicas que pueden ser aplicadas, entre ellas, encontramos a los sentimientos. El nivel anímico es un factor fundamental para lograr un óptimo posicionamiento en la mente del buyer persona para crear permanencia e impulsar a proseguir todo el proceso hasta llegar a una eventual compra.

+ : **¿Qué es branding emocional?**

El branding emocional **se trata de una estrategia publicitaria que busca generar un nexo emocional con sus seguidores, estrechando el vínculo compañía-target.** La técnica busca la forma de humanizar al producto al máximo y así captar al consumidor mediante los sentimientos sin enfocarse demasiado en la razón.

En efecto, esta herramienta utiliza a su vez múltiples estrategias y recursos del marketing tradicional o digital para crear esa conexión entre lo que buscamos expresar y las emociones del consumidor. Hay que procurar que el usuario se sienta parte de la marca, sus medios, procesos y por los sentimientos que busca transmitir; convirtiéndose, por ejemplo, en embajadores de marca externos.

De esta forma, estos nuevos promotores «*offline*» hablan sobre la marca y los productos que ofreces debido su satisfacción con lo que promueve tu producto o servicio. El boca a boca siempre es efectivo, generando una gran influencia sobre la decisión de compra.

La decisión de compra, tanto reflexiva como impulsiva, se determinan por lo que siente la persona instantes antes de ejecutarla. Por esta razón, el branding emocional debe estar firme como escudo de la marca. Un fuerte branding emocional dispara directo a los miedos, deseos, esperanzas, necesidades y aspiraciones de los clientes, transmitiendo una sensación que la marca ampara causas justas.

Se puede señalar que el potencial emocional que genera sentimientos de aceptación o rechazo de una marca es decisivo y, para que sea exitoso, debe enfocarse en elementos como el diseño, aspectos éticos, psicología del color, compromiso político, fines benéficos y, sobre todo, el marketing emocional.

Comprender que los consumidores no buscan únicamente satisfacer sus necesidades, sino también sentirse a gusto, es lo más importante a la hora de poner en marcha esta estrategia. ¡Prohibido dejar pasar!

+ : **A ciencia cierta, ¿cuál es su objetivo?**

En pocas palabras, el objetivo es **alinear los sentimientos con fines comerciales**.

Los consumidores deben alcanzar una confianza incondicional que los familiarice con la marca; este vínculo es fuerte, difícil de romper. Igualmente, el branding emocional trabaja para que las organizaciones puedan diferenciarse de aquellas que no lo aplican, reflejando una imagen más humana, cercada e identificable. Del cliente buscamos generar confianza, lealtad y respeto para aumentar el alcance y el valor de la marca mediante la comprensión del cerebro humano y el comportamiento cultural por encima de las teorías prácticas económicas que explican cómo ofrecer y vender productos o servicios.

+ : **Estos son los beneficios de aplicar el branding emocional**

Ya sabes de qué trata y sus objetivos, en seguida repasaremos 5 ventajas de aplicar el branding emocional:

- : Conceptualización de cada estrategia

Al crear una marca emocional, estarás proporcionando un concepto para cada pieza y parte de los proyectos de Marketing. Ya sea que necesites trabajar en el diseño general del producto, diseñar plantillas de boletines o una estrategia de satisfacción del cliente, el branding emocional puede incluirse en estos esfuerzos. Esta técnica para las estrategias de Marketing es lo mismo que agregar aceite de oliva extra virgen a las ensaladas, aumenta sus valores y hace que las acciones atraigan a una audiencia más amplia.

- : Contribuye con la usabilidad

Un elemento clave de la usabilidad y la infraestructura del usuario es ser francos y directos. Al manejar una marca emocionas, conocerás cuáles sentimientos y emociones deben ser direccionadas a tu audiencia a través de la visita a cualquiera de tus cuentas. Debes verificar la forma en que tu sitio web interactúa con el público objetivo y ejecutar un análisis estadístico web de su experiencia navegando. Utiliza a la gente en común para observar cómo interactúan con la *website*, cómo reaccionan y, al final, evaluar sus emociones.

- : Funciona mejor con el *storytelling*

La narración de historias es una estrategia fundamental integrada en el Marketing; se basa en una narrativa emocional que conecta la

historia de la marca, producto o servicio con la audiencia enlazando antecedentes y experiencias. Al juntar el branding emocional con el *storytelling* correctamente, verificarás que las métricas mejoran y con esto, tus ventas. Los seres humanos somos narradores naturales, siempre amarán una buena historia con la que se sientan identificados.

- : **Perfecciona el diseño del producto**

Diseñar un producto no solo se basa en características exclusivas, relación precio-calidad y características generales. La mejor forma de hacer un diseño perfecto, es conectarlo con el branding emocional.

Pero, **¿con qué se come esto?**

Tomemos, por ejemplo, probablemente el modelo a seguir de branding emocional: Apple. Manejan una estrategia de esta clase que va mucho más allá de cualquier otra empresa. Apple tiene clientes muy leales porque provee a cada individuo con una conexión única con el producto comprado. ¿Cómo? Permitiéndoles decir «hey Siri» y que esta responda solo a una voz. Encontrar y responder a las emociones de tu público objetivo, hará que el diseño de tu producto quede a la medida, haciendo que los usuarios sean leales, se conviertan en embajadores de la marca y tengas una rentabilidad garantizada. Podrás analizar estas variantes estadísticamente antes de lanzar un nuevo producto o servicio y así, surta el efecto en la mente de los consumidores que tú esperas.

- : **Posicionamiento de marca**

Distinguir el producto por su calidad y los valores que refleja es tan importante como recordar el nombre de la marca. Las técnicas de branding emocional están especialmente diseñadas para transmitir el sentimiento de pertenencia al cliente para que se sienta parte de la empresa y que la tenga muy presente. El resultado de aplicarla adecuadamente es el aumento del posicionamiento y reconocimiento de la marca.

+ : **Branding emocional: ¡mejores prácticas!**

A continuación, encontrarás las mejores prácticas para llevar a cabo un exitoso branding emocional. ¡Sigue leyendo!

- : **Centrarse en la emoción a través de medios visuales**

Obviamente, las emociones son fundamentales para un neuromarketing eficaz debido a su influencia en el subconsciente. De hecho, casi el 50% del cerebro tiene capacidad de procesamiento visual. Tienes que prestar atención no solo en la identidad visual, sino también a los logos, tipos de letra, colores, profundidad y movimientos para optimizar las experiencias emocionales positivas.

- : **Personalizar las interacciones**

Busca apelar a la naturaleza egoísta del cerebro humano haciendo que los usuarios se sientan felices, saciados e importantes. Haz que tus interacciones se sientan únicas y genuinas. Enfócate en crear opciones de personalización y utilizar técnicas de marketing y ventas específicas para generar interacciones que se sientan personalizadas para cada usuario por individual.

- : **Inspirar al compromiso**

Comprometerse a fondo con tus usuarios hace que se sientan más conectados personalmente con la marca y provoca reacciones más emocionales. Comienza a involucrar a más usuarios conectándote con influencers, compartiendo contenido generado por el usuario en las redes sociales, respondiendo a reseñas y comentarios para establecer conexiones duraderas.

- : **Haz que los usuarios se sientan cómodos**

Cuando se trata de una marca emocional, la coherencia es clave. Asegúrate de usar los mismos colores y apelar a emociones similares para evitar que los usuarios se confundan.

- : **Responda rápido a los problemas de relaciones públicas**

La rapidez es fundamental para responder problemas importantes. Los consumidores aprecian una ágil respuesta cuando las empresas cometen algún error.

Por ejemplo, cuando Johnson & Johnson, empresa multinacional fabricante de dispositivos médicos, productos farmacéuticos y cuidado personal de para bebés tuvo un caso de manipulación de tylenol, inmediatamente retiraron todo el inventario de los estantes

para proteger a los consumidores —aunque no hubiese evidencia de contaminación adicional.

- : **Casos de éxito: ¡ejemplos de marcas reconocidas!**

Para terminar, vamos a exponer 4 casos de éxito de marcas reconocidas a nivel mundial:

- : **Always: #LikeAGirl**

Siempre buscó darle la vuelta al término «como una niña». En esta campaña, se apela a la emoción al hacer que las mujeres se sientan empoderadas y seguras. A pesar de la controversia acontecida, este comercial ganó un Emmy, un premio del Gran Premio de Cannes y el Grand Clio.

- : **Amazonía: tierras públicas**

La amazonía evoca un sentimiento de responsabilidad y sus clientes se sienten identificados con el compromiso de la compañía en el cuidado del medio ambiente.

La lucha por el Amazonas por conservar la selva que garantiza el oxígeno para el mundo, derribar represas, cerrar empresas de mineración y restaurar los ecosistemas ha creado una base leal de clientes que respaldarán inquebrantablemente su marca. ¡Nada mal!

- : **Adopción de mascota: padres de mascotas**

Pet-Cube: Si eres de los que trata a su mascota como a su propio hijo —me siento identificado, entonces te diré que, junto a mí, somos una parte del público objetivo de este branding emocional.

Las cámaras interactivas para mascotas de Pet-cube brindan alegría a los usuarios al poder interactuar con sus mascotas donde sea que se encuentren. Su marca muestra a los «padres de mascotas», riendo y sonriendo mientras juegan con ellas mediante las aplicaciones de sus *smartphones*.

¿Tecnología + emociones + mascotas? ¡Infalible!

- : **Google: nuestro año en búsquedas**

El resumen del año en búsquedas de Google sintetiza las oraciones, frases y términos más buscados durante todo un año. Tiene por objetivo crear una sensación de comunidad basada en la curiosidad solventada por este grandioso motor de búsqueda.

Si bien es cierto que a menudo incluyen temas y eventos de búsqueda polarizados, Google se asegura de resaltar los momentos más relevantes que unieron al mundo, construyendo la conexión emocional de sus usuarios con la marca.

Momentos tristes, felices, de gran incertidumbre o miedos. ¡Todo está conectado!

- : **¡Es hora de ponerte emocional con tu marca!**

Apelar a las emociones es una técnica efectiva para atraer, conectar y alentar a tu audiencia a usar productos y servicios. Comprender cómo los esfuerzos de tu marca y marketing impactan individualmente en la vida de los usuarios es un aspecto clave para mejorar su experiencia.

Las empresas que aprovechan la publicidad y el branding emocional se ven beneficiadas con la retención de consumidores y un mayor *life time value* (LTF) o valor de por vida del cliente.

Como mencioné en un principio, existen múltiples maneras de hacer branding y, para que te conviertas en un experto aumentando la rentabilidad de tu empresa no solo con las emociones, sino con más, diferentes y efectivas técnicas, te recomendamos descargar nuestro Ebook sobre el branding y aprende qué torna una marca fuerte.

*** : Efectos negativos de la publicidad en niños y adultos**

Por Cinta Martos Silván, https://www.lifeder.com/consecuencias-de-la-publicidad/.

Los efectos negativos de la publicidad pueden ser numerosos; crear estereotipos, promover el materialismo, iniciar comportamientos violentos, fomentar el individualismo, calificaciones bajas, pérdida de tiempo y otras que a continuación te explicaré.

Cada día, niños y adolescentes están expuestos a más de 40.000 anuncios al año solo en televisión, aumentando este número si

incluimos internet, revistas, o los carteles que vemos en las calles. Incluso en las escuelas, se puede encontrar publicidad.

Es fácil pensar que solo son anuncios, y que únicamente nos interrumpen y nos generan molestia. Sin embargo, aunque queramos creer que tenemos control total de nuestras decisiones, la publicidad puede tener efectos más complejos.

Figura 4.27.2. Cautivando desde la infancia

Datos más actuales indican que el consumo de publicidad cada vez es mayor. Esto se debe a la invasión de los anuncios también en los dispositivos móviles que usamos continuamente.

Los expertos en Marketing Digital estiman que estamos expuestos a entre 4000 y 10.000 anuncios al día aproximadamente, dato muy superior al que te mencionamos anteriormente.

Estamos continuamente expuestos a percibir anuncios y, aunque muchas veces no prestemos toda nuestra atención a ellos, pasivamente sus mensajes van llegando a nosotros. Existiendo además la creencia de que muchos se diseñan para implantar recuerdos importantes en nuestra mente.

Estos recuerdos se construyen ya que los anuncios poseen tintes emocionales, es decir, nos provocan sentimientos. Y los

sentimientos son esenciales a la hora de fijar recuerdos en nuestra memoria. También tienen una característica peculiar: normalmente escapan de nuestro control consciente y nos cuesta reconocerlos y manejarlos.

+ : Efectos de la publicidad

Naturalmente, los empresarios necesitan valerse de la publicidad para divulgar la utilidad de sus productos y así captar posibles clientes. Para ello desarrollan estrategias, de forma que el producto o servicio se vea lo más atractivo posible de cara al consumidor.

Esto genera una competición entre diferentes empresas, perfeccionando y refinando sus técnicas cada vez más, para que el cliente adquiera su producto y no el de un competidor. Sin embargo, los anuncios vienen acompañados en muchas ocasiones de consecuencias negativas, ya sean previstas o no.

1- Presiones a los medios de comunicación

Los anunciantes escogen los medios que ven más adecuados para colocar su publicidad, de acuerdo a características demográficas de los consumidores diana. Incluso atienden al contenido de ese medio, si es consistente con el mensaje publicitario que tiene su marca o no.

Los medios de comunicación deben cumplir a veces los deseos de los anunciantes, ya que en muchas ocasiones los ingresos de los medios provienen de las empresas. Esto puede considerarse como una sutil censura en los medios.

2- Promueve el consumo innecesario y el desperdicio de recursos

Crea en las personas necesidades y deseos que no estaban antes, haciéndoles creer que su valor reside en todo lo que puede adquirir o poseer. Por lo tanto, esto facilita que las personas se juzguen a sí mismas y a los demás según sus pertenencias.

Es evidente que también invitan a los consumidores a comprar objetos cada vez más sofisticados y con mayor frecuencia. Unido a esto, los anuncios suelen crear un sentimiento de que nuestras pertenencias son antiguas y hay que sustituirlas por otras más nuevas y mejores.

Esto se relaciona con la obsolescencia programada, o la sociedad de "usar y tirar", un fenómeno que describe la existencia de productos que se han construido intencionadamente con "fecha de caducidad".

Es decir, crean productos de baja calidad, con el objetivo de que los consumidores lo desechen con rapidez y se vean obligados a comprar otro nuevo.

3- Crea estereotipos

Suelen mantener y acrecentar los estereotipos, ya que, al dirigirse cada uno a un público especializado, refleja competencia con los grupos de manera que todos tienen comportamientos estereotipados.

Un ejemplo es la frecuencia en la que aparecen mujeres en anuncios de productos de limpieza, que mantiene e incrementa en la sociedad la creencia de considerar la limpieza una tarea femenina. De esta manera, fomentan las ideas generalizadas y normalmente falsas sobre cómo son (o cómo deberían ser) los miembros de estos grupos.

Otro ejemplo, son las modelos 60-90-60 que aparecen en los anuncios, que llevan a muchas jovencitas a aborrecer sus vidas, practicando exageradamente ejercicios para mantener la forma y adquiriendo hábitos como la Bulimia o Anorexia que muchas veces las llevan a la muerte.

Esto va vinculado a sentimientos de inadaptación social cuando la persona siente que no encaja con esos estereotipos falsamente fijados. Esto es muy frecuente, pues a pesar de que los anuncios aparentemente reflejan la vida diaria, están muy lejos de la realidad.

4- Crea formas de vivir y de ser que no son realistas.

Los estilos de vida que aparecen en los anuncios funcionan como un modelo para el consumidor, llamados "de referencia".

Se utilizan porque los posibles clientes van a dirigir su atención a ello al considerarlo atractivo. Lo mismo ocurre con la aparición de modelos que son físicamente más atractivos que los receptores el anuncio.

Por eso tenemos la enfermedad de diabetes tipo II creciendo exponencialmente en todo el mundo, una forma dulce de matar la gente, con sabores deliciosos en productos alimenticios que contienen glutamato sódico para motivar el consumo, productos procesados con nitritos que aceleran los niveles de sodio en el organismo.

Las comidas rápidas, con rimbombantes anuncios constantes en todos los medios, que inducen a que un gran número de personas ya sean consideradas obesas, todo esto, solo para aumentar los ingresos de los propietarios de las acciones de esas empresas que coaccionan a sus ejecutivos a producir ganancias, sin importar los métodos y sus consecuencias.

5- Efectos perjudiciales en los niños y jóvenes

Según la Academia Americana de Pediatría, los niños menores de 8 años no comprenden la finalidad de los anuncios. Éstos no lo perciben como un intento de vender un producto por parte de una marca, sino que absorben sin control toda la información que les va llegando.

Hay que procurar mantener a los niños alejados de los anuncios porque son más vulnerables a ellos. Por ello indican que pueden incrementar la obesidad infantil, problemas de alimentación y aumento del consumo del alcohol y el tabaco en jóvenes.

6- Produce un comportamiento poco racional

Promueve que los individuos actúen de forma impulsiva, y de acuerdo a recompensas instantáneas en vez de reflexionar sus decisiones. Además de esta forma, disminuye la sensación de responsabilidad sobre las consecuencias a largo plazo.

Como antes mencionamos, la publicidad está cargada de contenido emocional para despertar sentimientos en nosotros. Esto puede hacernos tomar decisiones poco racionales.

7- Construye una imagen irreal del producto

Esto se produce porque lo presenta idealizado, exagerando sus cualidades. Para que un producto se desee comprar, se

promociona creando sentimientos de poder y satisfacción en quien lo utiliza, o como un salvador que resuelve problemas graves.

Además, aparecen en contextos en los que se refleja un nivel de vida prácticamente inalcanzable por la mayor parte de los consumidores.

También se observa con gran frecuencia que el servicio o producto anunciado no encaja con el real. Esto va generando poco a poco una sensación de desconfianza en los consumidores que se percatan de esta diferencia.

8- Fomenta el individualismo y el egoísmo

La razón es que incrementa la competitividad entre las personas midiéndolas por sus pertenencias. El objetivo es acumular y renovar bienes, para superar al otro. Así, se va sobreponiendo el bien del individuo sobre el de la sociedad, olvidando la cooperación y la ética comunitaria.

9- Trivializa o transforma valores de la comunidad o espirituales

Es común en los anuncios comercializar una serie de valores culturales y tradicionales que, según los ideales que se tengan, puede afectar a algunos colectivos de personas.

A través de la publicidad, se ha transformado el modo de vivir de las personas, motivando indirectamente y en forma solapada, las formas de comportamiento que invierten los valores en la gran masa consumidora, una inocente propaganda puede motivar a los jóvenes a creer que ellos pueden conseguirlo todo, pasando por encima de tradiciones y creencias.

10- Los anuncios inducen la idea de ser "ricos" sin importar los medios.

Si hubiera que cumplir con todas las expectativas que establece la publicidad, tendríamos que ser ricos para poder mantener ese ritmo de compras e induce a los jóvenes a seguir malos pasos en la búsqueda de esa posibilidad, no obligan a nadie, pero influyen indirectamente en los resultados.

Esto es, los anuncios parecen dirigidos a una parte muy pequeña de la sociedad (que es la que posee el poder adquisitivo) con la que las

personas promedio se comparan, creando un sentimiento continuo de insatisfacción.

11- Las deudas

Para resolver la tensión que genera la publicidad, las personas se ven obligadas a consumir.

De esa forma aumenta la satisfacción, pero no es algo duradero, pues siempre va a existir un producto que comprar. Como la mayoría de clientes no poseen recursos económicos suficientes, es cada vez más común endeudarse fuertemente.

Ese endeudamiento está directamente comunicado con los intereses que cobran por prestar ese dinero en forma de tarjetas de crédito o préstamos personales, es un círculo cerrado que solo le deja ganancias a los que permanecen anónimos pendientes de ver dónde colocar sus acciones.

12- Incrementa el abismo entre las clases sociales y la discriminación.

Aparentemente no tiene nada que ver lo uno con lo otro, hablar de publicidad y discriminación parece un exagero, pero no es así. Se puede decir sin temor a equivocarnos que la pauta publicitaria en el transcurso de los años ha sido una de los mayores factores que han incitado indirectamente a la discriminación.

Esto reflejado en niños y jóvenes, que se ven impulsados a consumir productos de marca, que, por lógica, ostentan un mayor precio y abre el camino para que quienes pueden consumir esos productos miren con desdén a quiénes no usan productos de marca.

Esto equivale a una masificación del concepto en forma de mensaje subliminal “yo puedo tener los productos de esas marcas y usted no, entonces usted es menos que yo, es la diferencia entre los “niños bien y la Chusma”, esas diferencias van escalando en importancia, hasta alcanzar los niveles ejecutivos y deja como resultado, el caos y la violencia que tenemos hoy, porque muchos de esos muchachos luchan por no dejarse humillar y apelan a cualquier medio para conseguir el dinero para comprar “Marcas”.

+ : **¿Cómo evitar o minimizar estos efectos?**

Es prácticamente imposible evitar la publicidad, pero se puede hacer un esfuerzo para cambiar el punto de vista y aprovechar los puntos positivos y paliar los negativos. Esto evidentemente, conlleva a realizar un esfuerzo extra:

- : **Pensar**

Cuando se esté frente a un anuncio, analizar lo que dice y adoptar una postura crítica. Ser consciente de que no todo lo que dice es totalmente cierto, intentando ver también los aspectos negativos que podría tener el producto anunciado.

- : **Cultivar la motivación intrínseca**

Es la relacionada con la satisfacción de los propios valores y no de realizar conductas por una motivación externa (o extrínseca) que es más impulsiva y materialista. Se aconseja esperar 48 horas cuando se desee comprar algo. Plantearse si existe un problema con las compras.

- : **Comprar películas, series, música**

Hay que tener en cuenta que los servicios gratuitos para los usuarios deben tener una fuente de ingresos, que en este caso es la publicidad.

- : **Adaptar la publicidad**

Si es una empresa, adaptar la publicidad de forma que ejerza una buena influencia en la comunidad. Ofrecer productos más éticos, de calidad y duraderos, que sean realmente necesarios.

Es aconsejable evitar promocionar los estereotipos y centrarse en las cualidades del producto con sinceridad. En cuanto al problema de la influencia en los niños, se pueden dirigir los anuncios a los padres directamente que en vez de a éstos.

¿Quieres saber más sobre la obsolescencia programada? A continuación, puedes ver el documental “Comprar, tirar, comprar”.

Capítulo XXVIII : Conclusiones

*** : Objetivo de la publicidad: control de las personas.**

Cono vimos en las personalidades, entendemos como son definidas y evidenciamos que al ser manipuladas sus características nos señalan hacia donde dirigimos el enfoque de nuestra sociedad, hacia donde enfocamos nuestros objetivos, en actitudes que aparentemente son voluntarias, pero en realidad son actuaciones inducidas, lo más curioso es que no nos importa si esa dirección es la correcta, siempre nos hacen creer que es la que nos puede llevar a conseguir un mundo mejor.

Figura 4.28.1. Masificación y control de masas

Cuando estábamos en el comienzo de este documento, muchos pensarían que divagábamos con ideas volátiles e sen sentido, pero ahora, después del recorrido, se puede entender el por qué se habló de los átomos, su relación con el funcionamiento del organismo, de sus neuronas, de los ecosistemas y el cambio climático, luego también se justifica el atrevernos a tocar temas tabú que

supuestamente son temas exclusivos de los especialistas en cada disciplina, como los médicos.

Pero como queda demostrado, si todos tenemos conciencia de esos efectos químicos que ocasionan el buen o mal funcionamiento de nuestro organismo, nos da la oportunidad de mejorar nuestra condición de vida y por eso el reclamo por el conocimiento que lo mantienen cautivo para perjuicio de la mayoría.

Dentro de lo descrito a lo largo del libro, se puede deducir toda la conexión que hay entre la realidad de lo que ocurre y esa parte del conocimiento que esta cautiva dentro de los parámetros que utilizan esos seres anónimos que dominan todo.

Por esta razón detallamos el funcionamiento del cerebro y detallamos el proceso químico en las neuronas, que aparentemente pudiera decirse que es demasiado para el tema que estamos tratando, pero al enlazarlo con el tema del cierre con la publicidad, que entendemos que es utilizada como herramienta para activar todas las áreas donde ellos, los anónimos que dominan todo, realizan sus inversiones, entonces tenemos el bombardeo publicitario de productos alimenticios que contienen glutamato sódico que ejerce una función neuronal que activa el deseo de consumir más, pero que deja como consecuencia un debilitamiento del páncreas que paulatinamente lleva a una exagerada producción de adrenalina que al final desencadena la Diabetis Mellitus tipo II.

Reflexionando sobre eso, si ese conocimiento fuera masivo, habría limitantes para el uso de esos aditivos químicos, pero los administradores o ejecutivos de esas empresas son presionados por sus directivos y estos por sus inversionistas, que quieren más utilidades y esas se consiguen vendiendo más, entonces usan más aditivos para que la gente consuma más, sin importar las consecuencias.

Al final, demostramos también que toda la estructura comunicacional está enfocada en la competencia, todo se ha convertido en una comparación de egos que son inducidos a soñar, enfocados en el ganar, en el superar a los demás sin importarnos las consecuencias. Ganar, es el objetivo, ganando se obtiene buena vida, ganando se obtiene el poder, ganando somos importantes, todo el mundo solo muestra los ganadores, perder no está en el

horizonte de nadie y si pierde, automáticamente es relegado, solo muestra a quien ganó.

Encandilados con esas premisas, desconocemos los mandatos naturales que nos dicen, que sin importar quien gane o pierda, recordemos que el sol nace todos los días para todos, las plantas florecen, dan sus frutos y la vida sigue imperturbable su secuencia de renovación que se puede decir que es eterna. Con esto, queremos explicar que nos han impuesto unos objetivos diferentes a los que la naturaleza nos diseñó para que disfrutáramos de todas ventajas y beneficios que ella nos ofrece si obedecemos lo establecido por ella.

Pero tenemos que reconocer que perdimos el rumbo y no es un tema religioso, porque es eso lo que normalmente nos inculcan, que, al hablar de principios y valores, hablar de la familia o de respeto por los demás es un tema de salvación del alma y ese es un tema religioso que a casi nadie le importa, ya que nadie a regresado del cielo ni del infierno para comprobarlo.

Después de alumbrar un poco de ese conocimiento cautivo, podemos entender que la familia es clave para tener una buena salud, porque en ella aprendemos a manejar esos principios y valores que son herramientas que la naturaleza nos ofrece para manejar mejor nuestros instintos que son predispuestos para dejarse dominar por las pasiones que son las que nos obligan a destruir nuestro mundo, alejándonos de nuestros hermanos y vecinos por la competencia que nos han impuesto, es una simple reflexión que nos permite deducir la realidad escondida en ese conocimiento que la mayoría desconoce por las razones que hemos visto.

Esa estructura creada con los medios de comunicación masiva se encarga de crear o desaparecer figuras de acuerdo a sus intereses, así han operado desde siempre, más hoy, que tienen múltiples herramientas para lograr sus objetivos, especialmente con la importancia adquirida en las redes sociales, donde de la nada, se crean figuras públicas a conveniencia.

Esta mentalidad de competencia, nos aleja de los mandatos naturales de integración, nos convierte en morbosos espectadores que viajan kilómetros, hacen filas enormes para ingresar a un estadio para ver a su equipo o persona, en el caso de la foto, jugar y alegrarse

si gana o entristecerse si pierde. Analizando el tema desde el punto de vista social, es cierto que es un medio para transferir riqueza, un medio para mover dinero, eso es cierto, pero lo tétrico del caso, es que son muy pocos los que realmente se benefician con eso.

Lo único cierto, es que, de las 20 o 30 mil personas que asisten a ese campeonato de tenis o las 150 mil que asisten a la gran final del futbol americano, todas van a gastar dinero pensando que se benefician con esa diversión, pero al final, si detallamos bien las acciones, solo fue a gastar dinero y a celebrar que otros ganaron dinero, pero es allí donde se evidencia el efecto de la publicidad, donde te hacen creer que eres feliz porque tu equipo ganó, pero en realidad el que gana, es quién paga por esa publicidad.

En la naturaleza, se compite por la comida, por el territorio, los seres humanos, si fuera el caso, también siguen compitiendo por los mismo hechos, pero han adicionado cargas innecesarias, todos induciendo a favorecer sus conglomerados multinacionales que producen artículos de consumo, especialmente los jóvenes son condicionados a usar marcas, los tenis de moda, las camisetas con grabados, los "gadgets" y las marcas de accesorios electrónicos, resumiendo, condicionan lo que las personas deben de pensar, de comprar y lo que deben de hacer.

+ : **La estrategia para aislar a las personas: Mascotas**

Se ha preguntado alguna vez, la razón por la que, en los últimos 10 años, las mascotas que eran algo aleatorio para las familias, sean hoy el centro de atención en todos los medios y la demanda (consumo) referente a ellas sea hoy equiparada con la de los seres humanos, ¿Quién está queriendo promover mascotas a niveles impensables, ¿tal vez será para reemplazar y destruir a la familia?, este tema se ampliará en la parte II de este trabajo.

*** : *Conclusiones sobre los afectos***

Hay hechos que evidencian el efecto publicitario sobre las masas, hace 20 años atrás, tener una mascota era algo normal y las calles estaban llenas de mascotas que nadie miraba, ni siquiera eran tenidas en cuenta, pero de algunos años para acá, han asumido una relevancia enorme y no es algo casual, es solo analizar cómo han

desarrollado la estrategia para aislar a las personas: Afecto por las Mascotas

Quieren promover afectos por las mascotas a niveles impensables para reemplazar y acabar con la familia, hecho que ellos buscan para aislar a las personas para hacerlos más débiles y propensos a su dominio.

Si analizamos los últimos dos años, los de la pandemia, encontramos una constante, todos los grandes medios, con titulares y cifras, con la disculpa de proteger la vida, realizan una gestión para infundir miedo para exacerbar el pánico colectivo, repiten la cifra de muertes a toda hora, magnifican las noticias, obligando incluso, a sumar todas las muertes ocurridas por causas normales en todas las regiones al virus, siendo que, si analizamos las cifras, el aumento de muertes no fue tan significativo. Es cierto que la pandemia ocurre y esta entre nosotros, pero sus efectos fueron magnificados de una manera absurda para generar pánico.

Pero toda esa parafernalia, tiene objetivos claros, impusieron el uso obligatorio de máscara en todo lado, sabiendo que con eso, están generando una serie de consecuencias más graves quizás que la misma pandemia, la re-aspiración del CO^2 expelido por los pulmones va formando una capa que inhibe la absorción del oxígeno en los alvéolos pulmonares, creando una especie de manto similar a un plástico, denominada en la medicina como "Hipoxia", que gradualmente va afectando las funciones pulmonares con consecuencias negativas como la deficiencia de oxígeno en la sangre, que afecta a otros órganos y puede producir trastornos muy variados, mal funcionamiento hepático, renal, cerebral que aceleran el deterioro físico de las personas.

Hay que anotar que la hipoxia es un asesino silencioso, no tiene síntomas, no genera ninguna señal de alarma para el organismo, solo que paulatinamente disminuye la absorción de oxígeno, causando deterioros impredecibles. hasta el mismo cuerpo fue diseñado para que accidentalmente no volviéramos a aspirar ese CO^2 excedente de la respiración, es la razón para que la nariz sobresalga con relación a la boca, para impedir esa absorción. Usar la máscara durante horas equivale a mucho CO^2 aspirado con todos sus efectos

La orden de los gobernantes de Izquierda, que, al unísono, como siguiendo un guion prefabricado, decretaron prolongados Lookdown en casi todos los países del mundo, con el argumento, cuidemos la salud, que la economía la vemos después. Pasado el tiempo, vemos que esas decisiones afectaron gravemente la economía de los países, que alocadamente aceptaron imponer unas vacunas que no tenían respaldo científico, inclusive, firmando la exoneración de los laboratorios de toda culpa por consecuencias posteriores de esas vacunas, en la pandemia, solo ganaron los grandes grupos de inversionistas, son ellos los que le prestan dinero a los países en bancarrota por causa de ese virus y el lookdown impuesto innecesariamente.

En la Parte II y III de este trabajo, analizaremos la historia con algunos puntos interesantes, por ejemplo, como se crearon los imperios y la riqueza que hoy ostentan esos grupos económicos que retienen la mayoría de las acciones de esos 5 laboratorios que producen las vacunas, sabemos que están en manos de tres grandes emporios económicos "Black Roock", "State Street" y "Vanguard", que a la vez son grandes accionistas de los bancos que prestaron dinero a los países para comprar las vacunas. Comenzaron con una dosis, luego fueron dos, en algunos países ya van por la quinta dosis.

Para completar, salió la cepa Delta que afecta hasta a los vacunados. Luego sacaron la Omicron que es una nueva cepa que tampoco respeta a los vacunados, los laboratorios ganaron inmensas sumas de dinero, cada vacuna fue negociada con los gobiernos a un precio mínimo de US$ 10,00, ahora sacaron las pastillas a US$ 18.00, imagínense la cifra que se van a repartir. Además, que el mundo todo, fue fustigado, prácticamente obligado a hacer lo que ellos determinaron, mostrando el poder que tienen al ser propietarios de la mayoría de las acciones de todos esos medios de comunicación que causaron ese pánico masivo que los benefició en todos los sentidos.

Por eso vimos que las Redes sociales impidieron la propagación de noticias en contra de esas medidas antiéticas y nocivas, en general, censuraron hasta la voz del mismo presidente de los Estados Unidos por hablar en contra de los encierros, el uso indiscriminado de máscaras, etc., quien se atreviera a hablar contra eso, fue lacrado

como "negacionista" y censurado absolutamente por todas las redes sociales y los medios.

Quien se atreve a hablar de este tema como lo estamos haciendo ahora, es tachado de propagador de odio con absurdas teorías de conspiración, según ellos. Pero hay un viejo dicho popular que dice, si huele a pato, camina como pato y tiene plumas de pato, es un pato, ¿Estamos equivocados, que piensa?

En la Parte IV, después de analizar todo el contexto revisado en este trabajo, presentamos una solución para ser aplicada como conclusión y respuesta a esas reflexiones.

Capítulo XXIX : *Epilogo*

* : *Conclusiones sobre el conocimiento.*

Han pasado dos meses en este trabajo de investigación y selección de los temas a tratar, para que después de hurgar un poco sobre ese conocimiento, poder evidenciar que hay una constante, se puede decir que el conocimiento es público, pero hay algunos detalles importantes, que alguien con mucha influencia, hace que se dejen de lado para poder manipular el mercado con productos cuya producción sin ese conocimiento quedan por fuera del alcance de la mayoría y con eso se aseguran la continuidad de su poder y con él manipulan los acontecimientos.

Es indudable que los científicos, en esos gigantescos grupos económicos dueños de grandes emporios multinacionales con laboratorios construidos con el dinero de esos inversionistas, conocen los detalles del átomo a la perfección, pero con palabras raras y complicadas operaciones matemáticas, esconden una realidad que es más simple de lo que nos hacen creer.

En un hecho que analizaremos en profundidad más adelante, tenemos que esos grupos económicos se apropiaron de las mejores tierras de los países en desarrollo para usarlas en monocultivos que evidentemente son perjudiciales en todo sentido, además, con ese conocimiento desarrollaron productos químicos para controlar plagas y fertilizar la tierra, construyeron máquinas para reemplazar la mano de obra humana y producir más a menores costos, eso a primera vista parece óptimo, pero el beneficio sólo es para esas multinacionales dueñas de esas empresas.

Pero el perjuicio es para la gran mayoría de la población que se ve

desplazada de sus parcelas y se amontona en ciudades tugurizadas, con desempleo, deficiencia en servicios básicos y sufriendo el abandono del Estado, que se ve superado por los problemas sociales al tener que arcar con esos costos que no alcanzan a ser cubiertos por los impuestos que pagan los nuevos dueños de las tierras, mientras que esas multinacionales se llenan los bolsillos.

En el enunciado de este libro dice que el conocimiento está cautivo, le queda al lector, ahora que ya conoció algunos de esos detalles que hacen la diferencia, definir si en verdad o es simple imaginación, señalando que debe de tener en cuenta que, al especializar el conocimiento, se está limitando la capacidad de raciocinio que tenemos los seres humanos, enfocando a las personas a ver solo lo que a ellos le interesa, es algo así como un tapaojos, de esos que se le pone a los caballos para evitar que miren hacia los lados y se distraigan de sus objetivos.

Para explicar esto mejor, veamos por ejemplo a un médico, para especializarse necesita mucho dinero, luego, cuando sale, después de aprender mucho sobre la especialidad escogida, tiene que buscar un sitio donde le paguen lo suficiente para compensar la inversión realizada en sus estudios, estando solo las mejores clínicas y hospitales en capacidad para pagar esos valores, pero esas instituciones para pagar a ese especialista, también cobran altos precios por sus servicios, servicios que solo los pueden pagar quienes tienen el dinero suficiente. Entonces queda la conclusión evidente, esa gran mayoría de personas, quienes no lo tienen, quedan por fuera del alcance de ese conocimiento, es la triste realidad de las consecuencias que tiene el hecho de ese conocimiento estar cautivo.

También más adelante explicaremos en detalle, la forma como los centros de estudio científicos, Universidades y hasta la mayoría de los colegios son selectivos y sus modelos y métodos de enseñanza están en manos de esos poderosos que rigen nuestras vidas, concluyendo que la educación está diseñada para estar a su servicio y no al servicio de la humanidad.

De estas apreciaciones se derivan muchos acontecimientos que nos hacen permanecer impávidos ante los absurdos que acontecen por vivir esclavizados por mitos como el dinero y sufrir las consecuencias que nos impone la naturaleza que responde a su manera por nuestra

irracionalidad explotación de los recursos que ella brinda sin distinción.

En la secuencia que hicimos sobre el conocimiento, vimos a profundidad lo que son los átomos y la forma cómo funcionan, entendiendo eso, se hace un recorrido por la genética para entenderla mejor, con la premisa de entender un poco sobre que es la fuerza vital y cómo funciona.

Con palabras rebuscadas entendibles solo por los especialistas, se esconde la realidad de su funcionamiento y esto contribuye a aumentar el riesgo de contraer enfermedades o a cometer errores fácilmente corregibles si ese conocimiento fuera más masivo.

Lo mismo sucede con el medio ambiente, el desconocimiento del sencillo funcionamiento de todo en la naturaleza derivado de esos átomos, hace que los efectos de nuestras agresiones contra la naturaleza, nos lleva a cometer errores que se revierten en sequías o inviernos desastrosos que afectan a todos.

Luego vimos el cerebro y el sistema nervioso, señalando que al entender cómo funciona el átomo, entendemos el funcionamiento de las neuronas, su relación con nuestro organismo, las enfermedades y sus efectos. Con esto, se demuestra que a pesar de ser importante para todos tener algo de ese conocimiento, que evitaría muchos errores que se cometen con la alimentación o con los comportamientos.

Vimos también el concepto sobre los temperamentos, carácter y personalidad para determinar cómo controlan nuestras emociones para con la publicidad hacernos esclavos de sus intereses.

Completamos esta primera inmersión en el conocimiento del aspecto físico, creo haber demostrado con suficiencia que el conocimiento está cautivo y tenemos que liberarlo, esa es nuestra misión, transcribiendo reflexiones que pueden servir para nuestra vida diaria, los invitamos a descubrir quienes son y que medios utilizan para ser los dueños de ese conocimiento, revisando la historia en la Parte I y II de este trabajo, en la parte III miramos el conocimiento y complementamos en este con el conocimiento de neustro organismo, en la parte V, uniremos los hilos para presentar una propuesta en la parte VI, esperamos que sigan hasta el final para entender todo.

Referencias

Broom, K. (s.f.). *The Unintended Negative Consequences of Advertising.* Recuperado el 7 de junio de 2016.

Committee on Communications. (2006). *Children, Adolescents, and Advertising*. *PEDIATRICS, 118(6):* 2563-2569.

Dachis, A. (25 de julio de 2011). *How Advertising Manipulates Your Choices and Spending Habits (and What to Do About It).* Recuperado de Lifehacker.

Finn, K. (s.f.). *Negative Social Consequences of Advertising*. Recuperado el 7 de junio de 2016, de Chron.

Marshall, R. (10 de septiembre de 2015). *How Many Ads Do You See in One Day?* Recuperado de Red Crow Marketing.

Martin, M.C. & Gentry, J.W. (1997). Stuck in the Model Trap: The Effects of Beautiful Models on Female Pre-Adolescents and Adolescents. *The Journal of Advertising, 26*: 19-34.

(27 de mayo de 2016). *Effects of advertising on teen body image.* Recuperado el 7 de junio de 2016.

APA.

Referencias

Bekkers, J. M. (2011). Neuronas piramidales. Biología actual, 21 (24), R975.

Brown, A. M., Arancillo, M., Lin, T., Catt, D. R., Zhou, J., Lackey, E. P.,... & Sillitoe, R. V. (2019). Las interneuronas de capa molecular dan forma a la actividad de pico de las células cerebelosas de Purkinje. Informes científicos, 9 (1), 1-19.

Churchland, P. M. (2013). Materia y conciencia. Prensa MIT.

Fields, R. D., & Stevens-Graham, B. (2002). Nuevos conocimientos sobre la comunicación neurona-glía. Ciencia, 298 (5593), 556-562.

Kirkcaldie, M. T. (2012). Neocórtex. En El sistema nervioso del ratón (pp. 52-111). Prensa Académica.

Koenigshofer, K.A. (2011). Diseño de la mente: La organización adaptativa de la naturaleza humana, las mentes y el comportamiento. Educación Pearson, Boston.

Mishra A, Singh S, Shukla S. (2018). Bases fisiológicas y funcionales de los receptores de dopamina y su papel en la neurogénesis: posible implicación para la enfermedad de Parkinson. J Exp Neurosci. 12: 1179069518779829. [Artículo gratuito de PMC] [PubMed]

Nadim, F., & Bucher, D. (2014). Neuromodulación de neuronas y sinapsis. Opinión actual en neurobiología, 29, 48-56.

Pasternak, J. F., & Woolsey, T. A. (1975). Sobre la "selectividad" del método Golgi-Cox. J Comp Neurol, 160 (3), 307-312. doi: 10.1002/cne.901600304

Perea, G., Sur, M., & Araque, A. (2014). Redes neurona-glía: engranaje integral de la función cerebral. Fronteras en la neurociencia celular, 8, 378.

Smit, G. J., & Colon, E. J. (1969). Análisis cuantitativo de la corteza cerebral. I. Aelectividad de la técnica de tinción de Golgi-Cox. Brain Res, 13 (3), 485-510.

Sterling, P., & Laughlin, S. (2015). Principios del diseño neural. Prensa MIT.

Universidad de Queensland, Queensland Brain Institute, Tipos de neuronas, n.d. https://qbi.uq.edu.au/brain/brain-an... /tipos-neuronas; Recuperado 31/8/21

Van Essen, D., & Kelly, J. (1973). Correlación de la forma y función celular en la corteza visual del gato. Naturaleza, 241 (5389), 403-405.

Potencial de acción (impulso nervioso)

Una corriente eléctrica positiva transitoria de todo o nada (despolarización) que se conduce hacia abajo del axón cuando el potencial de membrana alcanza el umbral de excitación (umbral de activación igual a aproximadamente 55 milivoltios negativos).

Axon

Parte de la neurona que se extiende fuera del soma, dividiéndose varias veces para conectarse con otras neuronas; salida principal de la neurona.

Membrana celular

Una capa bilipídica de moléculas que separa la célula del fluido extracelular circundante.

Dendrita

Parte de una neurona que se extiende alejándose del cuerpo celular y es la principal entrada a la neurona.

Difusión (a lo largo de un gradiente de concentración o desigualdad)

La fuerza sobre las moléculas para pasar de áreas de alta concentración a áreas de baja concentración.

Presión electrostática (gradiente de carga)

La fuerza sobre dos iones con carga similar para repelerse entre sí; la fuerza de dos iones con carga opuesta para atraer el uno al otro.

Potenciales postsinápticos excitatorios (EPSP)

Una corriente postsináptica despolarizante graduada que hace que el potencial de la membrana se vuelva más positivo y se mueva hacia el umbral de excitación (umbral de activación). Los EPSP y los IPSP se pueden sumar entre sí.

Potenciales postsinápticos inhibitorios (IPSP)

Una corriente postsináptica hiperpolarizante graduada que hace que el potencial de la membrana se vuelva más negativo y se aleje del umbral de excitación (umbral de activación). Los EPSP y los IPSP se pueden sumar entre sí.

Canales de iones

Proteínas que atraviesan la membrana celular, formando canales por los que pueden fluir iones específicos entre el espacio intracelular y extracelular (las “puertas” en el paso 5 en la lista de 8 pasos de transmisión sináptica anterior; ver Figura 4.16.2.).

Receptor ionotrópico

Receptor (recibe moléculas transmisoras y se une a ellas) y su canal iónico asociado que se abre para permitir que los iones permeen la membrana celular en condiciones específicas, como la presencia de un neurotransmisor (canal controlado químicamente) o un potencial de membrana específico (canal controlado por voltaje).

Envoltura de mielina

Sustancia alrededor del axón de una neurona que sirve como aislante para permitir que el potencial de acción conduzca rápidamente hacia los botones terminales.

Neurotransmisores o transmisores

Sustancia química liberada por el botón terminal presináptico que actúa sobre la célula postsináptica.

Núcleo

Colección de células nerviosas que se encuentran en el cerebro que normalmente cumplen una función específica.

Potencial de membrana en reposo

El voltaje dentro de la celda relativo al voltaje fuera de la celda mientras que la celda es un descanso (aproximadamente -70 mV).

Bomba de sodio-potasio

Un canal iónico que utiliza la energía de la neurona (trifosfato de adenosina, ATP) para bombear tres iones Na+ fuera de la célula a cambio de traer dos iones K+ dentro de la célula.

Soma

Cuerpo celular de una neurona que contiene el núcleo y la información genética, y dirige la síntesis de proteínas.

Espinas

Protusiones en la dendrita de una neurona que forman sinapsis con botones terminales del axón presináptico.

Sinapsis

Unión entre el botón terminal presináptico de una neurona y la dendrita, axón o soma de otra neurona postsináptica.

Brecha sináptica o espacio sináptico

También conocida como hendidura sináptica; el pequeño espacio entre el botón terminal presináptico (terminación axónica) y la columna dendrítica postsináptica, axón o soma.

Vesículas sinápticas

Grupos de neurotransmisores empaquetados juntos y ubicados dentro del botón terminal.

Botón de terminal o terminación de axón

La parte del extremo del axón que forma sinapsis con dendrita postsináptica, axón o soma.

Umbral de activación (Umbral de excitación)

Potencial específico de membrana que la neurona debe alcanzar para iniciar un potencial de acción.

Licencia Creative Commons

Creative CommonsAtribuciónNo ComercialCompartir IgualNeuronas de Sharon Furtak está bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Los permisos más allá del alcance de esta licencia pueden estar disponibles en nuestro Acuerdo de licencia.

3. Figuras 4.16.1, 4.16.2 y algún texto adaptado por Kenneth A. Koenigshofer de: General Biology (Boundless), Capítulo 35.2C, El sistema nervioso; transmisión sináptica, https://bio.libretexts.org/Bookshelv...gy_(Boundless); el contenido de LibreTexts está licenciado por CC BY-NC-SA 3.0. Jurídico.

4. Figuras 4.16.2 y “Capítulo 5 Revisión” adaptadas por Kenneth A. Koenigshofer del Capítulo 16.3 (Neuronas y Células Gliales), 16.4 (Impulsos Nerviosos) en Libro: Biología Humana (Wakim & Grewal) - LibreTextos de Biología por Suzanne Wakim & Mandeep Grewal, bajo licencia CC BY- NC.