

PSICOBIOLOGÍA/PSICOFARMACOLOGÍA

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del "Copyright", bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

ISBN: 978-84-945721-8-0

© José Luis Fernández Fernández

© Este material es único y exclusivo de (PIRES)

Mayo 2019

ÍNDICE

TEMA 1: LA CÉLULA: ESTRUCTURA, DESARROLLO Y REPRODUCCIÓN CELULAR

1. INTRODUCCIÓN.....	15
2. ESTRUCTURA DE LAS CÉLULAS EUCARIOTAS.....	15
2. 1. Membrana plasmática	16
2. 2. Núcleo celular	17
2. 3. Citoplasma	18
2. 3. 1. Retículo endoplasmático (RE).....	18
2. 3. 2. Aparato o complejo de Golgi (CG)	19
2. 3. 3. Lisosomas	19
2. 3. 4. Peroxisomas.....	20
2. 3. 5. Mitocondrias.....	20
2. 3. 6. Citoesqueleto.....	21
2. 3. 7. Cloroplastos	22
3. LOS GENES.....	22
3. 1. Estructura del ADN	23
3. 2. Replicación del ADN.....	24
4. REPRODUCCIÓN CELULAR	24
4. 1. El ciclo celular	24
4. 2. Mitosis	25
4. 2. 1. Profase	26
4. 2. 2. Prometáfase	26
4. 2. 3. Metafase.....	26
4. 2. 4. Anafase	26
4. 2. 5. Telefase.....	27
4. 2. 6. Citocinesis.....	27
5. BASES FISIOLÓGICAS DE LA REPRODUCCIÓN HUMANA	27
5. 1. Meiosis.....	27
5. 2. Espermatogénesis.....	28
5. 3. Ovogénesis.....	28
5. 4. Aparato reproductor masculino	29
5. 4. 1. Características generales	29
5. 4. 2. Los testículos	29
5. 4. 3. Conductos seminales	30
5. 4. 4. Glándulas sexuales accesorias.....	30
5. 4. 5. El pene	31
5. 5. Aparato reproductor femenino	31
5. 5. 1. Características generales	31
5. 5. 2. Órganos genitales externos.....	31
5. 5. 3. Órganos genitales internos.....	32
5. 5. 4. Glándulas genitales auxiliares	32

TEMA 2. GENÉTICA, ANOMALÍAS CROMOSÓMICAS Y CONDUCTA

1. GENÉTICA MENDELIANA	33
1. 1. Introducción.....	33
1. 2. Leyes de Mendel	33
1. 3. Variaciones de la dominancia e interacciones genéticas.....	37
2. TEORÍA CROMOSÓMICA DE LA HERENCIA	38
2. 1. Fundamentos básicos	38
2. 2. Recombinación y ligamiento durante la meiosis	38

2. 3. Tipos de transmisión genética	39
2. 3. 1. Transmisión autosómica dominante	39
2. 3. 2. Transmisión autosómica recesiva.....	40
2. 3. 3. Transmisión ligada al sexo.....	40
2. 4. Enfermedades debidas a deficiencias enzimáticas.....	41
2. 4. 1. Fenilcetonuria o PKU	41
2. 4. 2. Tirosinosis o tirosinemia.....	41
2. 4. 3. Alcatonuria	41
3. ANOMALÍAS CROMOSÓMICAS Y CONDUCTA	41
3. 1. Alteraciones en el número de cromosomas	41
3. 1. 1. Poliplodías	41
3. 1. 2. Aneuploidías	41
3. 2. Alteraciones estructurales de los cromosomas.....	43
3. 2. 1. Deleciones	44
3. 2. 2. Traslocaciones	44
3. 2. 3. Inversiones	44
3. 2. 4. Duplicaciones	45

TEMA 3. LA EVOLUCIÓN

1. INTRODUCCIÓN.....	47
2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA TEORÍA DARWINISTA	47
2. 1. El transformismo radical.....	47
2. 2. El creacionismo.....	47
2. 3. El transformismo	48
2. 4. El catastrofismo	49
2. 5. El lamarckismo.....	49
3. LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN DE CHARLES DARWIN.....	49
4. LA TEORÍA SINTÉTICA DE LA EVOLUCIÓN.....	51
5. LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN Y LA PSICOLOGÍA.....	51
6. MECANISMOS DE EVOLUCIÓN Y ESPECIACIÓN.....	52
6. 1. La herencia a través de las poblaciones	52
6. 2. La variabilidad genética en las poblaciones.....	53
6. 3. La selección natural	54
6. 3. 1. Conceptos básicos	54
6. 3. 2. Tipos de Selección Natural	54
6. 3. 3. Polimorfismos equilibrados.....	55
6. 4. Otros factores que alteran el equilibrio génico	55
6. 5. La especiación.....	55
6. 6. Tipos de evolución	56
6. 7. Ritmo evolutivo.....	56

TEMA 4. ETOLOGÍA

1. HISTORIA Y CONCEPTO DE ETOLOGÍA.....	57
2. ETÓLOGOS DEL SIGLO XX	58
3. DEFINICIÓN, DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA CONDUCTA.....	58
3. 1. Definición y descripción de la conducta	58
3. 2. Clasificación de la conducta.....	59
4. CAUSAS PRÓXIMAS DE LA CONDUCTA	61
4. 1. Estímulos	61
4. 2. El organismo	61
5. LA FUNCIÓN O SIGNIFICADO ADAPTATIVO DE LA CONDUCTA.....	61
6. EVOLUCIÓN DE LA CONDUCTA: LA COMUNICACIÓN.....	62
7. ONTOGENIA DE LA CONDUCTA.....	62

TEMA 5. DESARROLLO DEL SISTEMA NERVIOSO

1. NEURULACIÓN.....	65
1. 1. Inducción de la placa neural	65
1. 2. Formación del Tubo y Cresta Neural.....	65
2. FORMACIÓN DE LAS DIVISIONES DEL SISTEMA NERVIOSO.....	66
2. 1. Desarrollo del tubo neural y la formación de las divisiones del SNC.....	66
2. 2. Desarrollo de la Cresta Neural	67
3. FORMACIÓN DEL SN (MORFOGÉNESIS)	67
3. 1. Proliferación Celular	67
3. 2. Migración Celular.....	68
3. 3. Diferenciación Neuronal, formación de las vías de conexión y establecimiento de conexiones	68

TEMA 6. ORGANIZACIÓN GENERAL DEL SISTEMA NERVIOSO

1. LAS CÉLULAS DEL SISTEMA NERVIOSO.....	71
1. 1. Las neuronas	71
1. 1. 1. Estructura y funciones de la neurona.....	71
1. 1. 2. Clasificación de las neuronas.....	73
1. 2. La glía	74
1. 2. 1. Astrocitos.....	74
1. 2. 2. Oligodendrocitos	74
1. 2. 3. La microglía.....	75
1. 2. 4. Células de Schwann	75
2. ORGANIZACIÓN DEL SN.....	75
2. 1. Divisiones del SN.....	75
2. 2. Ejes y planos de referencia	76
2. 3. Divisiones del encéfalo	77
2. 4. Sistema Nervioso Periférico (SNP)	77
3. SISTEMA DE PROTECCIÓN DEL SNC.....	81
3. 1. Las Meninges	81
3. 2. Sistema ventricular y producción del líquido cefalorraquídeo	81
4. CIRCULACIÓN SANGUÍNEA.....	82
5. BARRERA HEMATOENCEFALICA	82

TEMA 7. ORGANIZACIÓN ANATOMOFUNCIONAL DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

1. LA MEDULA ESPINAL	85
1. 1. Aspectos generales	85
1. 2. Aspecto externo de la médula espinal.....	85
1. 3. Organización interna de la médula espinal.....	85
1. 4. Vías ascendentes que se originan en la médula espinal hacia el encéfalo	87
1. 5. Vías descendentes desde el encéfalo a la médula espinal	88
2. EL TRONCO DEL ENCÉFALO	88
2. 1. Funciones	88
2. 2. Aspecto externo del tronco del encéfalo.....	88
2. 3. Organización interna del tronco del encéfalo.....	89
2. 3. 1. Aspectos generales de la organización interna del tronco del encéfalo	89
2. 3. 2. Organización del tronco del encéfalo al nivel del bulbo raquídeo	90
2. 3. 3. Organización del tronco del encéfalo al nivel del puente	90
2. 3. 4. Organización del tronco del encéfalo al nivel del mesencéfalo	90
2. 4. Vías ascendentes del tronco del encéfalo.....	91
2. 5. Vías descendentes del tronco del encéfalo a la médula espinal	91

2. 6. Vías del tronco del encéfalo que se dirigen al cerebelo	92
3. EL CEREBELO	92
3. 1. Aspecto externo del cerebelo.....	92
3. 2. Organización interna del cerebelo.....	92
3. 3. Aferencias y eferencias del cerebelo	93
4. EL DIENCEFALO	96
4. 1. Aspectos generales	96
4. 2. Hipotálamo	97
4. 3. Tálamo	98
4. 4. Epitálamo.....	99
5. LOS HEMISFERIOS CEREBRALES	100
5. 1. Aspectos generales	100
5. 2. Aspecto externo de los hemisferios cerebrales.....	100
5. 3. Organización interna de los hemisferios cerebrales.....	101
5. 3. 1. Estructuras subcorticales.....	101
5. 3. 2. Sustancia blanca	102
5. 3. 3. La corteza cerebral	102
5. 3. 4. Áreas de la neocorteza	103
5. 3. 5. Fibras de asociación cortical.....	104
5. 3. 6. Relaciones entre las estructuras hemisféricas y vías eferentes de la corteza cerebral.....	104
5. 3. 7. Proyecciones descendentes de la corteza cerebral al tronco del encéfalo y la médula espinal	104
5. 4. Lesiones en la corteza cerebral y comportamiento.....	105
5. 4. 1. Lesiones en el lóbulo frontal	105
5. 4. 2. Lesiones en el lóbulo parietal.....	105

TEMA 8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN EN EL SISTEMA NERVIOSO Y TRANSMISIÓN SINÁPTICA

1. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN EN EL SN.....	107
1. 1. Potencial eléctrico de las membranas	107
1. 2. Potencial de reposo	108
1. 3. Potencial de acción	109
1. 4. Propagación del potencial de acción	111
2. TRANSMISIÓN SINÁPTICA	112
2. 1. La sinapsis	113
2. 1. 1. Sinapsis químicas.....	113
2. 1. 2. Sinapsis eléctricas.....	115
2. 2. Neurotransmisores y neuromoduladores.....	116

TEMA 9. LOS SISTEMAS SENSORIALES

1. INTRODUCCIÓN CONCEPTUAL.....	121
2. PRINCIPIOS DE LA ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA SENSORIAL	123
2. 1. Regiones sensoriales de la corteza cerebral.....	123
2. 2. Organización jerárquica	123
2. 3. Segregación funcional	124
2. 4. Procesamiento en paralelo.....	124
3. EL GUSTO	124
3. 1. Lengua, papilas y botones gustativos	124
3. 2. Traducción gustativa de los distintos sabores	125
3. 2. 1. El dulce	126
3. 2. 2. El amargo.....	127
3. 2. 3. El salado.....	127
3. 2. 4. El ácido	127
3. 3. Codificación neural de los sabores	128
4. EL OLFATO.....	128

4. 1. Transducción sensorial del olfato	128
4. 2. Vías olfativas	129
5. EL TACTO	130
5. 1. La piel.....	130
5. 2. Receptores cutáneos	131
5. 3. Transducción del tacto.....	131
5. 4. Organización anatómica del sistema somatosensorial.....	132
5. 4. 1. Vías ascendentes del sistema somatosensorial.....	132
5. 4. 2. Corteza somatosensorial	133
6. PERCEPCIÓN DEL DOLOR.....	134
6. 1. Aspectos generales	134
6. 2. Analgesia.....	134
7. LA AUDICIÓN	135
7. 1. Anatomía del oído.....	135
7. 2. Mecanismos de audición	136
7. 2. 1. De las ondas sonoras a la vibración de la membrana basilar	137
7. 2. 2. Efecto de la vibración de la membrana basilar sobre las células ciliadas.....	137
7. 2. 3. Producción de cambios eléctricos en el nervio auditivo	137
7. 3. Codificación neural del sonido.....	137
7. 4. Vías y núcleos nerviosos auditivos.....	138
8. SENTIDO DEL EQUILIBRIO.....	138
8. 1. El sistema vestibular	138
8. 2. Morfología del aparato vestibular	138
8. 3. Células ciliadas y trasducción mecánica	139
8. 4. Funciones del sistema vestibular	139
9. LA VISION	139
9. 1. La retina	140
9. 1. 1. Los bastones y conos	140
9. 1. 2. Organización celular de la retina	141
9. 1. 3. La rodopsina	142
9. 2. Organización del núcleo geniculado lateral.....	142
9. 3. Organización de la corteza visual.....	142
9. 4. Procesamiento de la información visual.....	143
9. 4. 1. Procesamiento de la información visual en la retina.....	143
9. 4. 2. Procesamiento de la información visual en el núcleo geniculado lateral	144
9. 4. 3. Procesamiento en la corteza visual	145
9. 5. Teorías sobre la visión del color.....	145
9. 6. Teoría sobre la constancia del color	145
9. 7. Teoría de la frecuencia espacial.....	146
9. 8. Percepción visual	146
9. 9. Algunos conceptos a tener en cuenta con respecto a la visión	147
10. ATENCIÓN SELECTIVA.....	148

TEMA 10. LOS SISTEMAS EFECTORES

1. INTRODUCCIÓN.....	149
2. SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO	149
3. EL SISTEMA EFECTOR MOTOR.....	150
3. 1. Aspectos generales	150
3. 2. Contracción muscular y unidades motoras.....	151
3. 3. La propiocepción.....	152
3. 3. 1. Husos musculares	152
3. 3. 2. Órganos tendinosos de Golgi.....	152
3. 3. 3. Diferencias entre estos receptores musculares	152
3. 4. Los reflejos medulares	153

3. 4. 1. Reflejo de extensión	153
3. 4. 2. Reflejos polisinápticos	153
3. 5. Características generales de la organización de los sistemas motores	154
3. 6. Áreas corticales que intervienen en el control motor	155
3. 6. 1. Componentes corticales de los sistemas motores	155
3. 6. 2. Corteza de asociación parietal posterior y prefrontal dorsolateral	155
3. 6. 3. Áreas motoras de la corteza cerebral.....	156
3. 7. Sistemas motores descendentes	157
3. 7. 1. Vías descendentes de la corteza motora.....	157
3. 7. 2. Vías descendentes del tronco del encéfalo.....	158
3. 7. 3. Funciones de los sistemas descendentes	159
3. 8. Sistemas moduladores.....	159
3. 8. 1. El cerebelo	159
3. 8. 2. Ganglios Basales	160

TEMA 11. EL SISTEMA NEUROENDOCRINO

1. HORMONAS Y GLÁNDULAS ENDOCRINAS	161
1. 1. Hormonas de la neurohipófisis.....	162
1. 2. Hormonas de la adenohipófisis	163
2. HORMONAS LIBERADAS POR ACCIÓN DE LAS HORMONAS ADENOHIPOFISARIAS	164
2. 1. Hormonas Tiroideas.....	164
2. 2. Hormonas corticosuprarrenales o adrenocorticales	164
2. 3. Hormonas gonadales	165
3. HORMONAS QUE NO SON LIBERADAS POR LA ACCIÓN DE LAS HORMONAS TRÓPICAS	166
3. 1. Hormonas de la médula adrenal	166
3. 2. Hormonas pancreáticas	166
3. 3. Hormonas liberadoras de Calcio.....	167
3. 4. Hormonas de la Glándula Pineal.....	167
4. OTRAS HORMONAS.....	167
4. 1. Hormonas liberadas desde el tracto gastrointestinal.....	167
4. 2. El timo.....	168
4. 3. La placenta.....	168
5. HORMONAS Y SEXO	168
5. 1. Hormonas fetales y desarrollo de los órganos reproductores	168
5. 2. Efecto de las hormonas gonadales en adultos	171
5. 3. Hipotálamo y comportamiento sexual	173
5. 4. Orientación sexual, hormonas y cerebro.....	174
5.5. Feromonas.....	174

TEMA 12. LESIONES CEREBRALES HUMANAS, ENFERMEDADES NEUROPSICOLÓGICAS Y MODELOS ANIMALES

1. CAUSAS DE LAS LESIONES CEREBRALES	177
1. 1. Tumores cerebrales	177
1. 2. Trastornos cerebrovasculares.....	177
1. 3. Traumatismo craneoencefálico cerrado	177
1. 4. Infecciones cerebrales	178
1. 5. Neurotoxinas	178
1. 6. Factores genéticos	178
1. 7. Muerte celular programada	178
2. ENFERMEDADES NEUROPSICOLÓGICAS	179
2. 1. Epilepsia.....	179
2. 2. Enfermedad de Parkinson	179
2. 3. Enfermedad de Huntington	180

2. 4. Esclerosis múltiple	180
2. 5. Enfermedad de Alzheimer	180
3. MODELOS ANIMALES DE ENFERMEDADES NEUROPSICOLÓGICAS HUMANAS.....	180
3. 1. Modelo de inducción de la epilepsia	181
3. 2. Modelo del ratón transgénico de la enfermedad de Alzheimer.....	181
3. 3. Modelo MPTP de la enfermedad de Parkinson	181
4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS DE INVESTIGACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO.....	181
4.1. Métodos de visualización y estimulación del cerebro humano in vivo	181
4.2. Registro de la actividad neural	183
4.3. Métodos lesivos, de estimulación eléctrica e invasivos de registro electrofisiológico.....	183
4. 4. Ingeniería genética.....	186
4.5. Modelos biopsicológicos de la conducta animal	187

TEMA 13. LA INGESTA Y LA BEBIDA

1. DIGESTIÓN Y FLUJO ENERGÉTICO	189
2. TEORÍAS SOBRE EL HAMBRE Y LA INGESTA.....	190
2. 1. Teoría del Punto de ajuste	190
2. 2. Teoría del incentivo positivo.....	191
3. FACTORES DETERMINANTES EN LA INGESTA.....	192
3. 1. Determinación de lo que comemos.....	192
3. 2. Determinantes del cuándo comemos.....	192
3. 3. Determinantes de cuánto comemos	192
4. ESTUDIOS SOBRE HAMBRE Y SACIEDAD	193
4. 1. Niveles de glucosa en sangre, hambre y saciedad.....	193
4. 2. Hambre hipotalámica y centros de saciedad.....	193
4. 2. 1. Centro de saciedad del hipotálamo ventromedial	193
4. 2. 2. Centro del hambre del hipotálamo lateral	194
4. 2. 3. Reinterpretación de los efectos de las lesiones del HVM y del HL	194
4. 3. Aparato gastrointestinal y saciedad.....	194
4. 4. Elementos químicos y saciedad	194
5. REGULACIÓN DEL PESO CORPORAL	195
5. 1. Punto de ajuste como regulación del peso corporal	195
5. 2. Puntos de ajuste y puntos de equilibrio en el control del peso.....	195
6. REGULACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DEL CUERPO.....	196
6. 1. Fluidos intracelular y el extracelular.....	196
6. 2. Función de los riñones	196
7. DESHIDRATACIÓN CELULAR E HIPOVOLEMIA	196
7. 1. Deshidratación celular y sed	197
7. 2. Hipovolemia y sed.....	197
7. 3. La hormona antidiurética ADH	198
7. 4. La angiotensina II y la bebida.....	198
8. BEBER EN AUSENCIA DE CARENCIA DE AGUA.....	198
9. BEBIDA Y SACIEDAD	199
9. 1. Bebida simulada.....	199
9. 2. Bebida y saciedad sensorial específica	199
10. LA OBESIDAD HUMANA	200
10. 1. Aspectos generales	200
10. 2. Ratones mutantes obesos.....	200
10. 3. La insulina como otra señal de retroalimentación de la adiposidad	201

TEMA 14. SUEÑO Y RITMOS CIRCADIANOS

1. CORRELATOS FISIOLÓGICOS Y CONDUCTUALES DEL SUEÑO	203
1. 1. Estadios del electroencefalograma EEG del sueño	203

1. 2. Enfoques teóricos de la función del sueño.....	204
2. ALGUNOS ASPECTOS DEL SUEÑO DURANTE EL CICLO VITAL.....	204
3. CICLOS CIRCADIANOS.....	205
4. EFECTOS DE LA PRIVACIÓN DE SUEÑO	205
4. 1. Estudios sobre la privación del sueño en humanos.....	205
4. 2. Estudios de privación de sueño en animales de laboratorio	206
4. 3. Privación de sueño MOR.....	206
4. 4. Funciones del sueño de ondas lentas	206
5. COMBINACIÓN DE LAS TEORÍAS CIRCADIANAS DEL SUEÑO Y DE LA RECUPERACIÓN.....	207
6. MECANISMOS NEUROLÓGICOS DEL SUEÑO	208
6. 1. Teoría de Bremen	208
6. 2. Teoría del sistema de activación reticular	208
6. 3. Áreas encefálicas intervinientes en el sueño.....	208
7. MECANISMOS NEUROLÓGICOS Y MOLECULARES DEL RELOJ CIRCADIANO	209
7. 1. Localización del reloj circadiano	209
7. 2. Genética de los ritmos circadianos	209
7. 3. Mecanismos de gobierno de los ciclos circadianos	209
8. FÁRMACOS QUE AFECTAN AL SUEÑO.....	210
8. 1. Hipnóticos.....	210
8. 2. Antihipnóticos.....	210
8. 3. Melatonina	210
9. EFECTOS DE LA REDUCCIÓN DEL SUEÑO DURANTE PERÍODOS PROLONGADOS.....	211
9. 1. Reducción del sueño nocturno continuado.....	211
9. 2. Reducción del sueño por medio de pequeñas siestas.....	211

TEMA 15. DROGAS Y CIRCUITOS DE RECOMPENSA EN EL CEREBRO

1. ACCIÓN DE LAS DROGAS.....	213
1. 1. Administración y absorción de las drogas	213
1. 2. Entrada de las drogas en el SNC	213
1. 3. Mecanismos de acción de las drogas.....	214
1. 4. Metabolización y eliminación	214
1. 5. Tolerancia	214
1. 6. Abstinencia y dependencia.....	215
2. APRENDIZAJE, TOLERANCIA Y ABSTINENCIA.....	215
2. 1. Tolerancia contingente a la droga	215
2. 2. Tolerancia condicionada a la droga	215
3. ALGUNAS DROGAS CONSUMIDAS HABITUALMENTE	216
3. 1. Tabaco	216
3. 2. Alcohol.....	217
3. 3. Marihuana	218
3. 4. Cocaína y otros estimulantes.....	219
3. 5. Opiáceos: Heroína y morfina	220
4. TEORÍAS PSICBIOLÓGICAS DE LA ADICCIÓN	221
4. 1. Teoría de la dependencia física	221
4. 2. Teorías del incentivo positivo de la adicción	222
5. CIRCUITOS DE RECOMPENSA DEL CEREBRO	222
5. 1. Autoestimulación intracraneal	222
5. 2. Sistema dopaminérgico mesotelencefálico y autoestimulación intracraneal	222
5. 3. Sistema dopaminérgico mesotelencefálico y conductas motivadas naturales	223
6. MECANISMOS NERVIOSOS DE LA ADICCIÓN	223
6. 1. Paradigmas conductuales utilizados en el estudio de los mecanismos nerviosos de la adicción	223
6. 2. Pruebas sobre la intervención del sistema dopaminérgico mesotelencefálico en la adicción a las drogas.....	223

TEMA 16. PSICOBIOLOGÍA DE LA MEMORIA Y AMNESIA

1. EFECTOS AMNÉSICOS DE LA LOBECTOMÍA TEMPORAL MEDIAL BILATERAL	225
1. 1. Primeras teorías sobre almacenamiento de memoria	225
1. 2. Lobectomía temporal medial bilateral.....	225
1. 3. Déficit postoperatorios de H. M.	226
1. 4. Evaluación formal de la amnesia anterógrada de H.M.....	226
1. 5. Contribuciones científicas del caso de H.M.	227
1. 6. Amnesia del lóbulo temporal medial.....	227
1. 7. El caso de R. B. y los efectos del daño selectivo al hipocampo.....	227
2. DÉFICIT DE MEMORIA RELACIONADOS CON LESIONES EN LA CORTEZA PREFRONTAL	227
3. NEUROANATOMÍA DE LA MEMORIA DE RECONOCIMIENTO DE OBJETOS	228
3. 1. Modelos de amnesia de reconocimiento (en monos) de objetos sin ajuste a la muestra	228
3. 2. Primeros estudios en monos con lesiones en el lóbulo temporal medial y amnesia de reconocimiento de objetos.....	229
3. 3. Estudios con ratas. Prueba demorada de objetos nuevos sin ajuste a la muestra.....	229
3. 4. Lobectomía temporal medial y bases neuroanatómicas de los déficit de reconocimiento de objetos	229
3. 5. Daños cerebrales producidos por isquemia y déficit de reconocimiento de objetos.....	229
3. 6. Hipocampo y memoria de localización espacial	230
3. 6. 1. Prueba de memoria espacial en ratas	230
3. 6. 2. Células de lugar.....	230
3. 6. 3. Hipocampo y memoria espacial	231
3. 6. 4. Teorías sobre la función del hipocampo.....	231
4. POTENCIACIÓN A LARGO PLAZO	231

TEMA 17. PSICOFARMACOLOGÍA

1. INTRODUCCIÓN.....	233
2. FÁRMACOS ANTIDEPRESIVOS	235
2. 1. Hipótesis biológicas de la depresión.....	235
2. 1. 1. Hipótesis monoaminérgica	235
2. 1. 2. Hipótesis de los receptores de neurotransmisores	235
2. 1. 3. Hipótesis monoaminérgica de la expresión génica	235
2. 1. 4. Hipótesis neuroquinérgica de la disfunción emocional.....	236
2. 2. Los antidepresivos	236
2. 2. 1. Inhibidores de la monoaminoxidasa (IMAOs)	236
2. 2. 2. Antidepresivos tricíclicos	237
2. 2. 3. Inhibidores selectivos de la recaptación de Serotonina (ISRS)	238
2. 2. 4. Inhibidores selectivos de la recaptación de Noradrenalina.....	240
2. 2. 5. Bloqueadores de la recaptación de Norepinefrina y de Dopamina.....	241
2. 2. 6. Inhibidores duales de la recaptación de serotonina y norepinefrina (IRSN)	241
2. 2. 7. Acciones duales serotoninérgicas y noradrenérgicas a través del antagonismo alfa 2.....	242
2. 3. Estabilizadores del estado de ánimo	242
2. 3. 1. El litio	242
2. 3. 2. Algunos fármacos anticonvulsivos como estabilizadores del estado de ánimo	243
2. 3. 3. Otros estabilizadores del estado de ánimo	243
3. ANSIOLÍTICOS Y SEDANTES HIPNÓTICOS	243
3. 1. Los antidepresivos en el tratamiento de la ansiedad generalizada	243
3. 2. Ansiolíticos serotoninérgicos	244
3. 3. Las benzodiazepinas y el tratamiento de la ansiedad	244
3. 4. Otros ansiolíticos	245
3. 5. Tratamiento farmacológico del insomnio.....	246
3. 5. 1. Hipnóticos de acción breve no benzodiazepínicos	246
3. 5. 2. Benzodiazepinas sedantes-hipnóticas.....	247
3. 5. 3. Antidepresivos con propiedades sedantes-hipnóticas	247
3. 5. 4. Agentes sin receta	247

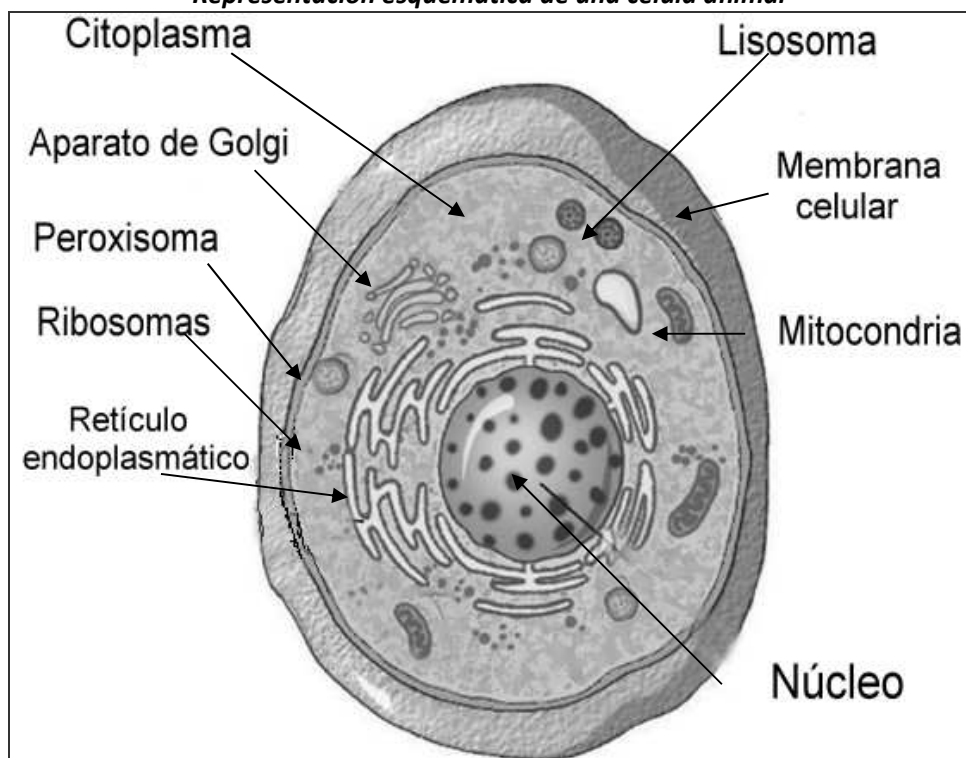
3. 5. 5 Otros agentes no benzodiazepínicos como sedantes-hipnóticos	248
4. TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO PARA EL TRASTORNO OBSESIVO-COMPULSIVO	248
5. TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO PARA EL ATAQUE DE PÁNICO Y TRASTORNO DEL PÁNICO	248
6. TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO DE LA FOBIA SOCIAL.....	250
7. TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO DEL ESTRÉS POSTRAUMÁTICO	250
8. TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO DE LA PSICOSIS Y LA ESQUIZOFRENIA	250
9. FÁRMACOS POTENCIADORES DE LA ACTIVIDAD COGNITIVA	251
9. 1. Potenciadores de la atención	251
9. 2. Potenciadores de la memoria.....	252

TEMA 18. FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS DE LAS EMOCIONES

1. INTRODUCCIÓN.....	255
2. MIEDO	255
3. IRA Y AGRESIÓN	256
4. BASE NEURAL DE LA COMUNICACIÓN DE LAS EMOCIONES	257
PREGUNTAS DE EXAMEN	261
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	295

**TEMA
1****LA CÉLULA: ESTRUCTURA, DESARROLLO Y
REPRODUCCIÓN CELULAR****1. INTRODUCCIÓN**

- ✎ La célula es la unidad básica de vida (capacidad que poseen los seres vivos de crecer y reproducirse por sus propios medios, nuevos seres semejantes a sí mismos). Las células pueden vivir como unidades individuales o agrupadas formando parte de organismos pluricelulares más o menos complejos, donde grupos especializados desempeñan funciones específicas.
- ✎ Existen dos tipos de células:
 - ✓ **Células procariontas:** (bacterias) no cuentan con una estructura nuclear diferenciada del citoplasma, o de núcleo diferenciado.
 - ✓ **Células eucariotas:** (plantas, hongos, animales), al contrario que las anteriores, cuentan con un núcleo diferenciado

2. ESTRUCTURA DE LAS CÉLULAS EUCARIOTAS*Representación esquemática de una célula animal*

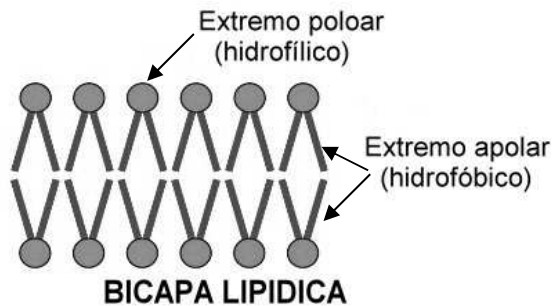
2. 1. Membrana plasmática

✎ Es la estructura celular que delimita a la célula y la separa de su entorno. No es completamente impermeable:

- Regula selectivamente el tráfico de sustancias entre el interior y el exterior (citoplasma).
- Responsable de mantener la diferencia entre el contenido celular y el exterior.

TEORÍA DE LA BICAPA LIPÍDICA DE LA MEMBRANA. Componentes químicos de las membranas celulares:

- Se ha observado abundancia de lípidos en las membranas celulares los más comunes son los **Fosfolípidos**. Todos los lípidos de las membranas son **anfipáticos**, esto es, tienen un extremo polar o hidrofílico, y el otro extremo es apolar o hidrofóbico.
- Ya que las células viven en un medio acuoso y su interior también lo es, los lípidos se disponen formando la bicapa con los grupos polares en contacto con el agua y los apolares en el interior de la bicapa.



✎ **Principales fosfolípidos de las membranas de las células:**

- **FOSFATIDILCOLINA**
- **ESFINGOMIELINA**
- } Más abundantes en la capa externa
- **FOSFATIDILETANOLAMINA**
- **FOSFATIDILSERINA**
- } Más abundantes en la capa interna
- Otros menos abundantes: **FOSFATIDILINOSITOL**: Participación en el procesamiento de señales celulares.

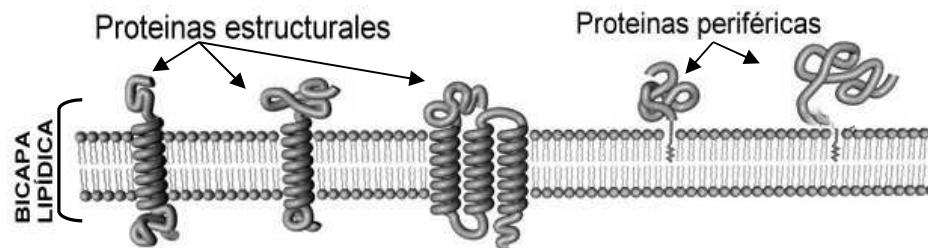
✎ Las células eucariotas insertan entre los fosfolípidos otro líquido, el **colesterol**, haciendo que la membrana sea menos deformable en los extremos, reduciendo su permeabilidad en las moléculas solubles en agua.

✎ En la bicapa externa se **insertan también moléculas lipídicas** que llevan en su estructura azúcares como son los:

- ✓ **Glucolípidos**: El más complejo es el **gangliósido**, glucolípidos con carga eléctrica negativa, muy abundantes en las membranas de las células nerviosas. Abundantes también en las membranas de mielina.

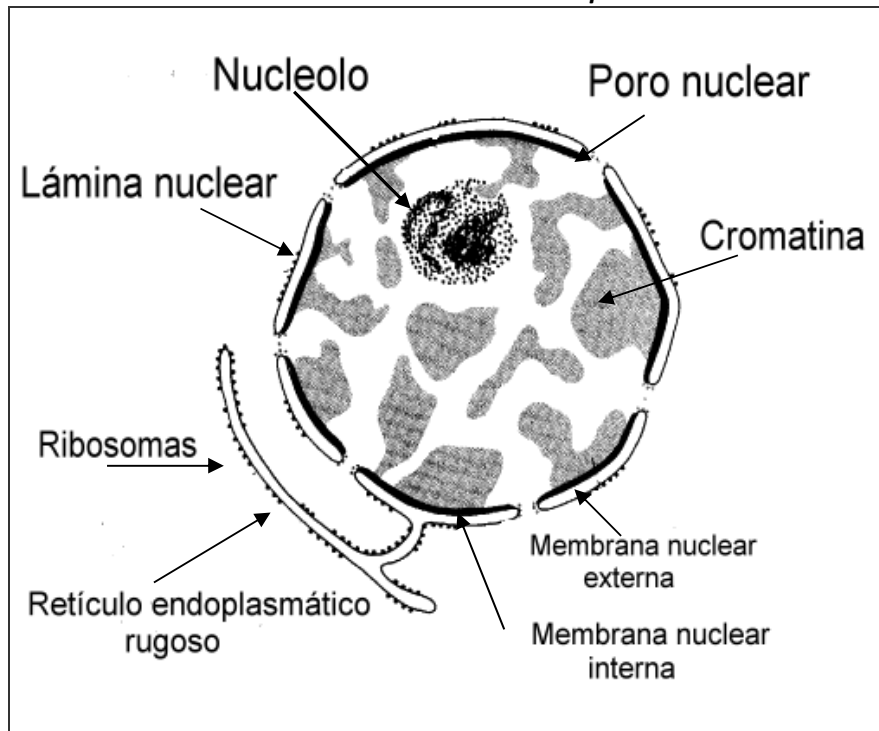
✎ **Las membranas celulares también están constituidas de proteínas:** son los elementos funcionales más importantes en cuanto a las interacciones celulares con su medio ambiente. Existen **dos tipos de proteínas de membrana:**

- ✓ **Intrínsecas o integrales:** presentan dos zonas diferentes, la que penetra en la capa lipídica, y la que sobresale fuera de ella.
- ✓ **Periféricas o extrínsecas:** son hidrofílicas y pueden unirse con enlaces covalentes a los lípidos



2. 2. Núcleo celular

- ✎ Sólo las células eucariotas tienen núcleo.
- ✎ 10% del volumen celular total.
- ✎ Suele encontrarse en el centro geográfico de la célula (no en el caso de las neuronas).
- ✎ Aquí se encuentra el **ADN** o conjunto de moléculas de Ácido Desoxirribonucleico que constituyen el genoma o material genético. Este material está **separado del citoplasma** por la membrana o envoltura nuclear, formada por una doble capa lipídica sujeta por una capa proteínica **lámina nuclear**, tachonada de **poros** formados por proteínas de membrana.
- ✎ Dentro del núcleo hay otro Ácido nucleico, **ARN**, Ácido Ribonucleico, y proteínas como son las **histonas**. La **cromatina** es la unión de moléculas de **ADN + histonas** que le sirven de soporte.
- ✎ La sustancia más abundante en el núcleo es el ADN, distribuido en los **cromosomas**.
- ✎ Las moléculas de ARN, que forma cada cromosoma sólo es funcional cuando está desplegada.
- ✎ **Nucleolo:** subestructura del núcleo consistente en una zona donde la concentración de cromatina (ADN) es muy grande, y además es funcional, esto es, está siendo transcrita a ARN. La función principal del nucleolo es la producción y ensamblaje de los componentes ribosómicos (**Pregunta PIR**).

Corte de un núcleo celular típico

2. 3. Citoplasma

- ✗ Espacio entre la membrana celular y la nuclear, compuesto por un medio líquido (agua) y sustancias disueltas (glucosa, proteínas, ácidos grasos, nucleótido etc.) y sustancias inorgánicas (iones). Estos elementos dentro del citoplasma son los **orgánulos citoplasmáticos** que se describen a continuación:

2. 3. 1. Retículo endoplasmático (RE)

- ✗ Está en contacto con el núcleo y en estrecha relación funcional con él.
- ✗ Está organizado en forma de laberinto de tubos y sacos formado por una membrana similar a la membrana celular pero más fina; pero a pesar de los pliegues, se puede recorrerla sin atravesarla, se trata de un único recipiente que recibe el nombre de **lumen o espacio cisternal** (por su apariencia).
- ✗ Se puede clasificar en apariencia en RE **liso** o RE **rugoso**, el rugoso se debe a los ribosomas adheridos a la cara externa de su membrana reticular (**Pregunta PIR**).
- ✗ Los **ribosomas** son producidos por el nucleolo (**Pregunta PIR**) y son estructuras donde los aminoácidos interaccionan entre sí y en un orden predeterminado por los genes para unirse y formar polipéptidos o proteínas. Las proteínas así ensambladas penetran en el lumen del RE, donde sufren la incorporación de oligosacáridos o de lípidos para darles las propiedades funcionales requeridas, las proteínas que no requieren aditamentos se sintetizan en el citoplasma gracias a la acción de los ribosomas libres, no asociados al RE, el resultado es destinado a la secreción o a incorporarse al interior de otros orgánulos, penetran del todo en el **lumen** y se empaquetan en vesículas (a veces junto con lípidos de la membrana) y son transportados al Aparato de Golgi. Las proteínas transmembranales permanecen ancladas en la membrana lipídica del RE.

- ✎ También tiene la misión de sintetizar los lípidos de la membrana (fosfolípidos) y colesterol), en la parte externa de la bicapa lipídica.
- ✎ La inserción apropiada de los lípidos en las membranas celulares, incluida la membrana citoplasmática, se debe a la acción de proteínas transportadoras de lípidos.
- ✎ Los lípidos membranales comunes a todas las células se sintetizan también en el RE rugoso.
- ✎ La glucosilación de las proteínas al ensamblaje de oligosacáridos con las proteínas para formar glucoproteínas también se realiza en RE finalizando en el Aparato o Complejo de Golgi.
- ✎ En el RE liso, abundan los **hepatocitos** (células responsables de la fabricación de partículas lipoproteicas), encargadas de transportar los lípidos a los demás puntos del cuerpo a través de la corriente sanguínea.
- ✎ Otra función del RE liso es el almacenamiento de Ca^{2+} facilitado por las proteínas ligadoras de Ca^{2+} en el Lumen.

2. 3. 2. Aparato o complejo de Golgi (CG)

- ✎ Formado por un apilamiento de pequeños sacos planos rodeados de una membrana, cuyo número y tamaño es variable. Es muy abundante en las células secretoras. Está **implicado en la síntesis de polisacáridos y en el procesamiento de proteínas y lípidos.**
- ✎ El Lumen o interior de estos orgánulos, así como las vesículas que se desgajan para el transporte de su contenido de un compartimento a otro, es similar a la parte externa de la membrana celular.
- ✎ El tráfico está muy bien organizado yendo siempre en 2 direcciones:
 - RE –CG –Superficie celular
 - RE – CG – Lisosomas
- ✎ El CG puede describirse como compuesto por varias cisternas delimitadas por membranas muy plegadas sobre sí mismas, se pueden distinguir 3 zonas: **Cis, Media y Trans.**
- ✎ La Cisterna **Cis** es la más próxima al RE, por donde llegan las vesículas de transporte desde el RE; la zona **Trans** es por donde se desgajan las vesículas de transporte hacia los demás orgánulos celulares.
- ✎ El CG además de ser la fábrica donde se completa la glucosilación de las proteínas, ya iniciada en el RE, es el principal director del transporte macromolecular de la célula, puesto que de él salen las glucoproteínas y glucolípidos de la membrana celular, interviniendo tanto en la **regeneración de la membrana plasmática como en la formación del glucocáliz** o capa externa de la membrana donde se ubican esos glucolípidos y glucoproteínas. El resto de las proteínas “maduradas” en el CG pasan a almacenarse en orgánulos especializados, los **Lisosomas.**

2. 3. 3. Lisosomas

- ✎ Tienen una estructura muy sencilla, rodeados solamente por una membrana, contienen gran cantidad de enzimas que **degradan todas las moléculas inservibles para la célula.**
- ✎ En el interior del lisosoma es donde tiene lugar la digestión celular gracias a la presencia de proteínas, nucleasas, glucosidasas, lipasas, fosfolipasas, fosfatasa y sulfatasas.

✗ Existen **dos tipos** de lisosomas:

- **Primarios:** contienen solo enzimas, su origen es el CG y el GERL (zona del RE)
- **Secundarios:** dentro de los cuales están las enzimas, pero también se han incorporado a su interior, las sustancias sobre las que han de actuar. Estas sustancias son incorporadas a la célula mediante **endocitosis** a través de **endosomas**, o se encuentran dispersas por el citoplasma.

✗ Un ejemplo de la función de los lisosomas es la referente a los glóbulos blancos, estas células están especializadas en limpiar al organismo de agentes extraños mediante endocitosis, formando una vacuola que se funde con uno o varios lisosomas de forma que, las enzimas entran en contacto con el agente extraño al que degradan o digieren.

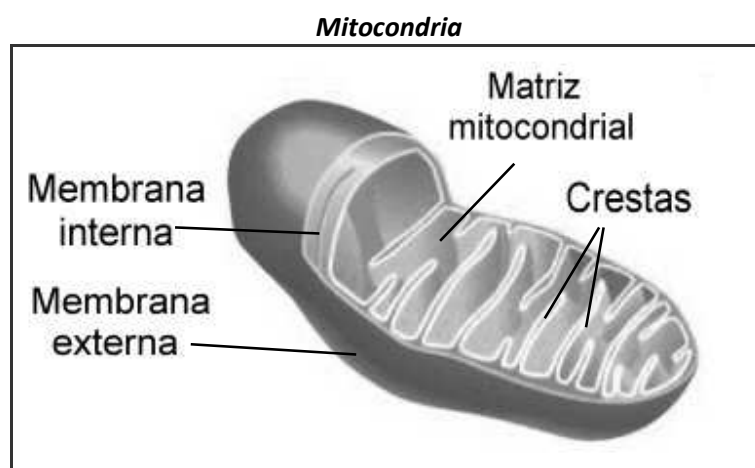
2.3.4. Peroxisomas

✗ Son otro tipo de vesículas que contienen enzimas, estas vesículas están especializadas en degradar bases nitrogenadas y otros compuestos cuya digestión produce agua oxigenada, la que es muy nociva para la vida celular si se vierte en el citoplasma. Así, las peroxisomas son capaces, a través de sus enzimas, de transformar el agua oxigenada en agua y oxígeno.

2.3.5. Mitocondrias

✗ Las mitocondrias son las principales **responsables de la producción de energía** para mantener la actividad celular a través de procesos de respiración aeróbica (respiración celular) (**Pregunta PIR**) a través de la síntesis de adenosín trifosfato o **ATP** a partir del **Ácido Pirúvico**. Las células obtienen su energía gracias a la oxidación completa de la glucosa que se desarrolla en la mitocondria rindiendo más de 30 ATP (téngase en cuenta que la glucólisis, vía anaeróbica como las bacterias, se genera 2 ATP por molécula de glucosa).

✗ El número de mitocondrias varía según la función del tejido celular, hay una correlación entre la necesidad energética de la célula y el número de mitocondrias. Se suelen encontrar muy próximos a los puntos donde esa energía es más necesaria.



✗ Están constituidas por una **doble membrana**: una **externa** que la rodea, y una **interna** que forma unos pliegues que se denomina **crestas**.

- La **membrana externa** de la mitocondria contiene muchas copias de una proteína llamada **porina**, que forma en ella amplios canales acuosos que atraviesan la bicapa lipídica por donde pueden pasar todo tipo de moléculas de tamaño pequeño y mediano. La mayoría de estas moléculas quedan atrapadas entre la membrana externa y la interna, el **espacio intermembranal**.
 - La **membrana interna** es muy impermeable, ya que contiene una proporción muy grande de unos fosfolípidos, la **cardiolipina**. Este fosfolípido es el causante de la enorme impermeabilidad, especialmente al paso de los iones, de la membrana interna. Insertas en ellas, se encuentran proteínas de transporte encargadas de introducir en la **matriz mitocondrial** las moléculas metabolizadas o requeridas por la multitud de enzimas que allí se concentran, entre otras las responsables de la síntesis del **Acetil-CoA** a partir del piruvato y de los ácidos grasos y las encargadas de la oxidación de este Acetil-CoA mediante el ciclo del **Ácido cítrico o de Krebs**. En la membrana interna también están las enzimas de la cadena respiratoria esenciales para la fosforilación oxidativa gracias a la cual, las células animales producen la mayor parte de su ATP.
- ✎ Las mitocondrias (y los Cloroplastos) tienen ADN y ribosomas **distintos de los de las células** donde “viven y colaboran”. Son como bacterias que tal vez evolucionan para vivir en simbiosis con las células Eucariotas, su genoma o ADN es similar al de las bacterias.
 - ✎ Su crecimiento y división requiere la colaboración de su propio genoma y el de la célula: mientras que la mayoría de sus proteínas son sintetizadas en el citosol a partir del programa genético de la célula, y luego importados, unas pocas son sintetizadas dentro de la propia mitocondria a partir de su ADN y con sus propios ribosomas.

2.3.6. Citoesqueleto

- ✎ Está formado por proteínas filamentosas y tubulares. Es responsable del **movimiento celular** y de la **fijación o desplazamiento de orgánulos desde un sitio a otro de la célula**.
- ✎ Todas las funciones del citoesqueleto las llevan a cabo **tres tipos de filamentos proteínicos**:
 - **Filamentos de actina o microfilamentos**: polímeros helicoidales flexibles de doble cadena, que se ubican sobre todo en las proximidades de la membrana celular. Formados por una proteína, la **actina**.
 - **Microtúbulos**: polímeros largos y rígidos en forma de tubo hueco que se expanden radialmente desde el centro de la célula. Formado por la **tubulina**.
 - **Filamentos intermedios**: especie de viguetas de construcción que se ubican irregularmente por toda la célula, interactúan entre sí). Son especialmente estables (a diferencia de las anteriores, que se degeneran y sintetizan muy fácilmente). Pueden estar formados por diferentes proteínas fibrosas (dependiendo del tipo de célula):
 - **Keratina**: (células epiteliales)
 - **Vimentina**: (fibroblastos, glóbulos blancos y células epiteliales)
 - **Desmina**: (músculos)
 - **Proteína ácida fibrilar**: (de la glía)
 - **Proteína fibrosa**: (filamentos intermedios de las neuronas o neurofilamentos)

Los filamentos son polímeros de estas proteínas básicas, aunque su funcionalidad requiere de la presencia de proteínas auxiliares imprescindibles para unir los filamentos entre sí y servir de motores para el transporte de orgánulos o de los propios filamentos a través de la célula.

FUNCIONES DEL CITOESQUELETO:

- ⇒ **Filamentos intermedios:** abundantes en las células sometidas a tensiones mecánicas, células epiteliales, músculos y células nerviosas). La función de este tipo de filamentos es resistir las tensiones mecánicas (ejemplo, enfermedad genética: **epidermiosis bullosa simple**, piel muy débil donde cualquier roce, los simples dedos, producen heridas, debido a que el gen que codifica la queratina está alterado, y los filamentos de la queratina no se organizan correctamente para formar la red filamentosa).
- ⇒ **Microtúbulos:** concentradas en torno al núcleo celular y se expanden Radialmente, esto es porque el **centrosoma**, cuando la célula está en interfase, se encuentra al lado del núcleo, es la estructura organizadora de los microtúbulos. Por la acción del centrosoma, en cuyo centro se encuentran los **centriolos** (2 estructuras perpendiculares la una a la otra), el extremo por donde se pierden dímeros queda estabilizado. Los microtúbulos están involucrados en el transporte de orgánulos celulares: proteínas como la **dineína** y la **quinesina**, se sirven de estos microtúbulos como guía y punto de apoyo. Los microtúbulos también constituyen el **huso mitótico**, estructura muy importante para el reparto del material genético (mitosis).

Tipos especializados de microtúbulos:

- **Cilios:** son como pelos diminutos, formados por un paquete de microtúbulos. Su función es la de **mover líquidos alrededor de la célula o propulsarla para desplazarse** (en los protozoos, los cilios hacen las 2 cosas). Son muy abundantes en las células que tapizan las vías respiratorias (aquí, expulsa mucus y partículas adheridas).
- **Flagelos:** son apéndices pilosos, estructuralmente similares a los cilios, pero más largos y menos numerosos. Su función es la de **propulsión celular** (espermatozoides). Tanto cilios como flagelos, están formados por 9 microtúbulos sencillos que ocupan el centro de ese círculo.

Tanto los cilios como los flagelos están formados por 9 microtúbulos sencillos que ocupan el centro de ese círculo.

El **axonema** es el conjunto de microtúbulos de cilios y flagelos.

2.3.7. Cloroplastos

- ✂ Orgánulos específicos de las **células vegetales**, en su interior tiene lugar los procesos de fotosíntesis. Contienen un pigmento verde, la clorofila, capaz de captar la energía de la luz solar, que es utilizada por la célula vegetal para sintetizar glucosa a partir de dióxido de carbono de la atmósfera. En el interior del cloroplasto se produce la formación de moléculas orgánicas biológicas (glucosa) a partir de moléculas inorgánicas (dióxido de carbono).

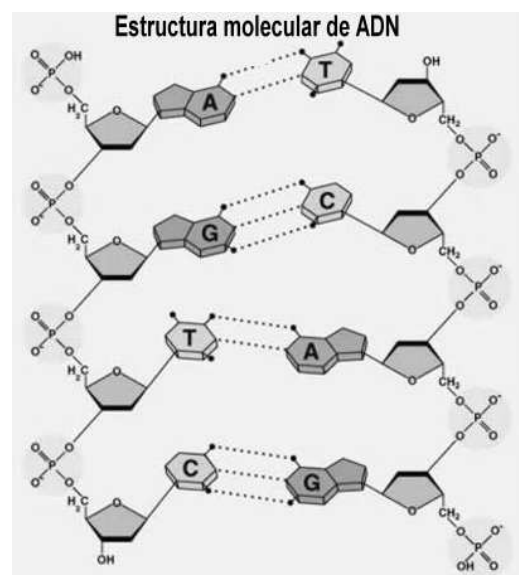
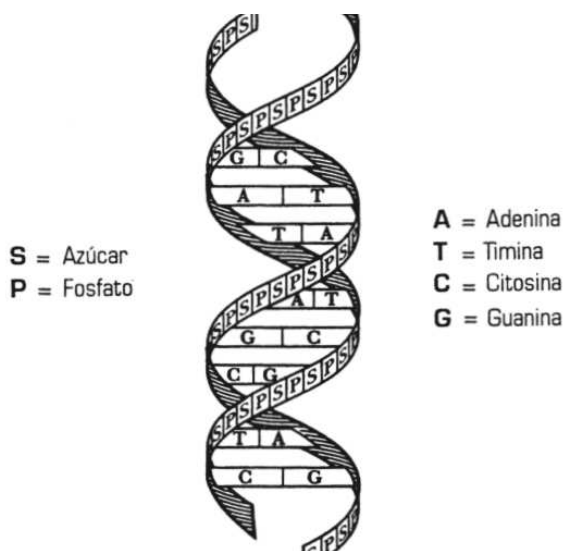
3. LOS GENES

- ✂ El material genético de un organismo lleva la información que determina las propiedades de este organismo, esto es, la forma en que se desarrolla, funciona y responde al ambiente. Además, es responsable de la transferencia de esta información del organismo a su descendencia.

- ✎ **Gen:** unidad de información responsable de una función específica.
- ✎ **ADN:** molécula que contiene la información genética en todos los seres vivos, con la única excepción de algunos tipos de virus en los que el otro ácido nucleico, el **RNA**, realiza esta función.

3. 1. Estructura del ADN

- ✎ En 1953, Francis **Crick**, y James **Watson** descubrieron la estructura del ADN (modelo de la **doble hélice**).
- ✎ La molécula de ADN está constituida por dos largas cadenas de nucleótidos unidas entre sí formando una doble hélice. El nucleótido está formado por una azúcar de cinco átomos de carbono llamados desoxirribosa, una base nitrogenada que puede ser de cuatro tipos diferentes: **adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T), y un grupo fosfato**. Los nucleótidos se enlazan por el grupo fosfato formando largas cadenas. La estructura fosfato-pentosa recorre el exterior de la hélice, mientras que las bases se sitúan hacia el interior formando un ángulo recto con el eje de la hélice.
- ✎ Las dos cadenas de polinucleótidos que constituyen una molécula de ADN se mantienen unidas entre sí porque se forman enlaces entre las bases nitrogenadas de ambas cadenas que quedan entrelazadas.



- ✎ El **apareamiento** (*verimágenes anteriores*) es la unión de las bases por enlaces y está condicionada químicamente de forma que la adenina (A) sólo se puede unir o aparear con la timina (T), y la guanina (G) con la citosina. El orden o la secuencia en la que aparecen las cuatro bases a lo largo de una cadena de ADN es crítico para las células porque, es este orden o secuencia el que constituye las instrucciones del programa genético de los organismos.
- ✎ Estas cadenas son **complementarias** ya que, la estructura en doble hélice del ADN, con el apareamiento de bases limitado (A-T, G-C) implica que el **orden o secuencia de bases de una de las cadenas delimita automáticamente el orden de la otra**.

3. 2. Replicación del ADN

- ✗ La replicación del ADN consiste en la transferencia de la información genética de generación en generación. Para la replicación, la doble hélice se separa en sus dos cadenas, por ruptura de los enlaces de hidrógeno que mantenían unidas a sus bases, y cada una de las cadenas actúa como molde que especifica el orden de las bases en las síntesis de una nueva cadena complementaria a cada una de las dos cadenas iniciales.
- ✗ La síntesis de las nuevas cadenas se realiza por la adición de uno en uno de los nucleótidos complementarios, que se van enlazando en una reacción catalizada por una enzima denominada **ADN polimerasa**.
- ✗ Como resultado del proceso de replicación, a partir de una molécula de ADN, se producen dos dobles hélices de ADN, idénticas a la original. Cada una de ellas conserva una cadena “antigua” que correspondía a la molécula original y que ha servido de molde en el proceso, este modelo de replicación se denomina **semiconservativo**.

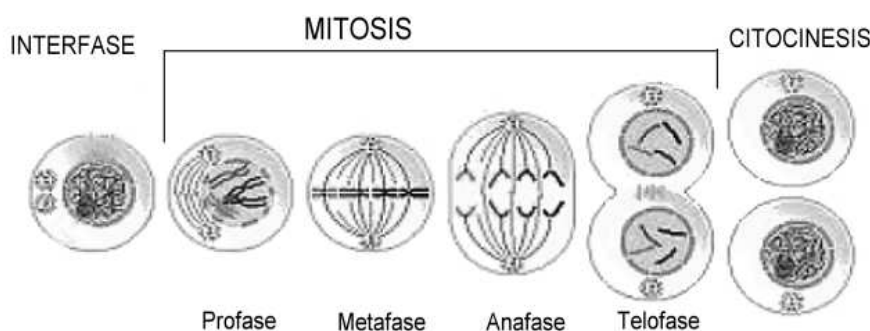
4. REPRODUCCIÓN CELULAR

- ✗ La reproducción celular consiste en que la célula se divide en dos. Al igual que los demás seres vivos, las células, antes de reproducirse, han debido “madurar”.

4. 1. El ciclo celular

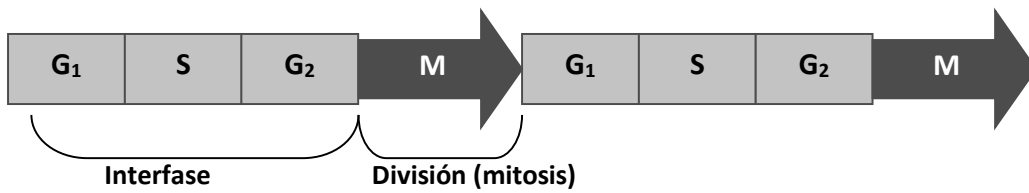
- ✗ El **ciclo celular** es la serie ordenada de pasos por los que tiene que pasar una célula desde que nace por división de otra célula hasta que ella misma se divide en dos. El ciclo celular **se divide en dos periodos**:

- A. Interfase.
- B. Mitosis o división celular (reparto del material genético y su distribución equitativa en dos núcleos distintos, es la fase más breve de todo el ciclo)



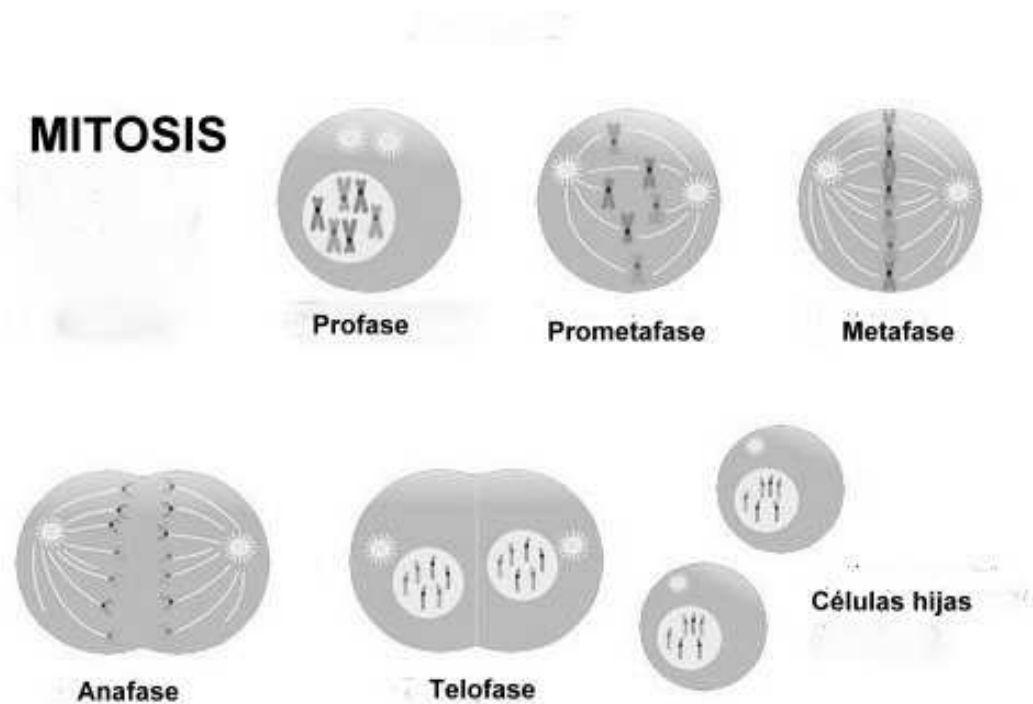
- ✗ Antes de la mitosis, la célula tiene que crecer y fabricar las infraestructuras necesarias para que el reparto sea el adecuado: es **la interfase**.
- ✗ La interfase puede subdividirse en **tres fases** o intervalos: **G₁, S y G₂**
- ✓ **El intervalo S:** fase en la que se produce la replicación del ADN (**Pregunta PIR**), en esta fase las células contienen algo más de ADN que en la fase G₁ y algo menos que en la fase G₂.

- ✓ **Intervalo G₁**: intervalo entre el nacimiento de la célula y la fase S, en esta fase las células tienen la mitad del ADN que las que están en la fase G₂
- ✓ **Intervalo G₂**: intervalo entre la fase S y la mitosis.



- ✎ Las fases G son fases de crecimiento citoplasmático.
- ✎ El paso de una fase a otra consiste un sistema **de autorregulación basado en las proteínas**. Se ha comprobado la existencia de dos familias de proteínas, una conocida como **proteín-quinasa dependientes de ciclina (qdC)** y la otra, llamada **ciclinas**, especializada en la activación de proteínas enzimáticas. Las ciclinas que activan las qdC son de dos tipos: unas para la iniciación de la fase S (ciclinas G₁) y otras para la iniciación de la mitosis (ciclinas M).
- ✎ **Factor Promotor de la Mitosis (FPM)**: nombre genérico del complejo formado por la qdC y la ciclina M.

4. 2. Mitosis



El paso de la fase G₂ a la mitosis se inicia cuando se han duplicado completamente tanto los cromosomas como el centrosoma. La duplicación del ADN (los cromosomas) tiene lugar en la fase S, sin embargo, la del centrosoma se inicia en la fase G₁ para completarse en la fase G₂.