

Fundamentos de PSICOBIOLOGÍA

Cuaderno de Autoevaluación Fundamentos de PSICOBIOLOGÍA

Águeda del Abril Alonso
Emilio Ambrosio Flores
M^a Rosario de Blas Calleja

Ángel A. Caminero Gómez
Carmen García Lecumberri
Juan M. de Pablo González

UNED

25
sanz y torres

Fundamentos de PSICOBIOLOGÍA

Narrador:
Regala González

Águeda del Abril
Emilio Ambrosio
M^a Rosario de Blas
Ángel A. Caminero
Carmen G^a Lecumberri
Juan M. de Pablo

25
sanz y torres

Cuaderno de Láminas del SNC Fundamentos de PSICOBIOLOGÍA

Águeda del Abril Alonso
Emilio Ambrosio Flores
M^a Rosario de Blas Calleja

Ángel A. Caminero Gómez
Carmen García Lecumberri
Juan M. de Pablo González

UNED

25
sanz y torres

Águeda del Abril Alonso
Emilio Ambrosio Flores
M^a Rosario de Blas Calleja

Ángel A. Caminero Gómez
Carmen García Lecumberri
Juan M. de Pablo González

UNED



sanz y torres

En la portada aparece una fotografía de la escultura *Los portadores de la antorcha (The Torchbearers)*, obra realizada por la artista estadounidense Anna Hyatt Huntington en 1954, quien la donó a la Villa de Madrid. Desde el 15 de mayo de 1955 preside la plaza de Ramón y Cajal de la Ciudad Universitaria.

El grupo escultórico es una alegoría de la característica más propia de la especie humana: la transmisión del conocimiento a lo largo de la historia. Muestra a un hombre moribundo que antes de perecer entrega la antorcha (tradicional símbolo del conocimiento) a un joven que a lomos de un caballo la recoge para trasmitirla a la siguiente generación y perpetuar así lo que ella representa.

FUNDAMENTOS DE PSICOBIOLOGÍA

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los editores y autores.

© Águeda del Abril Alonso, Emilio Ambrosio Flores, M^a Rosario de Blas Calleja, Ángel A. Caminero Gómez, Carmen García Lecumberri y Juan M. de Pablo González

© EDITORIAL SANZY TORRES, S. L.
Pinos Alta, 49 – 28029 Madrid
☎ 902 400 415 – 91 314 55 99
www.sanzytorres.com
libreria@sanzytorres.com
www.sanzytorres.com/editorial
editorial@sanzytorres.com

ISBN (obra completa): 978-84-96808-42-3
ISBN: 978-84-96808-45-4
Depósito legal: M-38584-2009

Realización CD-Rom:
Begoña González González

Composición:
Iván Pérez López

Impresión:
Edigrafos, S. A. c/ Volta, 2, Pol. Ind. San Marcos, 28906 Getafe (Madrid)

Encuadernación:
Felipe Méndez, S. A., c/ Del Carbón, 6 y 8, Pol. Ind. San José de Valderas 2, 28918 Leganés (Madrid)

Prólogo

La Psicobiología es una disciplina científica cada vez más relevante y atractiva. Su principal activo es el tratar sobre nosotros mismos, sobre la naturaleza de la mente y el comportamiento humanos, a partir de lo cual podemos entender todas las demás cosas de nuestro mundo. Su carácter interdisciplinar, es decir, su amplitud de miras integrando conocimiento de todos los posibles niveles de análisis (biológicos y sociales), la hace, además de atractiva, poderosa, capaz de explicar en profundidad por qué somos como somos y por qué nos comportamos como lo hacemos. Ello es posible porque a partir del trabajo decimonónico de los grandes pioneros de la Psicología y la Neurociencia, como Iván Pavlov y Santiago Ramón y Cajal, en el último y pasado siglo se ha producido un considerable desarrollo tecnológico, metodológico y conceptual que nos permite indagar científicamente en las profundidades del cerebro y la mente guiados por ideas consistentes sobre nuestra propia esencia y sus fundamentos. El último avance lo han proporcionado las técnicas de neuroimagen funcional, capaces de revelar las partes del cerebro que se activan cuando trabajan nuestros sentidos, cuando aprendemos o recordamos, cuando estamos motivados o emocionados, cuando nos movemos o cuando estamos conscientes. Cual intromisión en nuestra intimidad subjetiva esas técnicas desnudan de algún modo nuestro órgano supremo sin dañarlo y nos muestran su interioridad. Pero de poco o nada nos servirían para entender la mente y la conducta humana si no supiésemos antes que nada cómo funcionan y se organizan las neuronas, cómo han evolucionado, cómo se desarrollan en el cerebro, cómo las determinan e influyen los genes o las hormonas y cómo evoluciona el comportamiento que ellas mismas y el ambiente originan o condicionan. Un buen ejemplo lo tenemos en el reciente descubrimiento (Coufal NG et al, *Nature* 2009, 5 de agosto) en el *Salk Institute for Biological Studies* de la Jolla (California), de porciones móviles de ADN (retrotransposones) cerebral, similares a las también observadas en el sistema inmunitario, que podrían explicar la diversidad neuronal que hace única a cada persona.

Es en ese contexto donde cobra sentido el estudio de los *Fundamentos de Psicobiología* como disciplina básica y necesaria para conocer los niveles superiores de organización y funcionamiento de la mente y el comportamiento humanos. Es decir, necesitamos conocer la biología molecular del cerebro, su organización anatómica y funcional y sus antecedentes ontogenéticos y evolutivos para tener las claves que hacen posible sus propiedades sistémicas y emergentes. Y nada mejor para ello que un manual como el presente, donde Agueda del Abril, Emilio Ambrosio, M^a Rosario de Blas, Ángel Caminero, Carmen García Lecumberri y Juan M. de Pablo, todos ellos acreditados docentes e investigadores de la disciplina, han organizado y desarrollado magistralmente el material científico necesario para alcanzar dicho conocimiento. El grupo de Psicobiología de la UNED, al que pertenecen estos profesores, ha sido pionero en la Psicobiología española, creando un laboratorio donde se han formado muchos investigadores y desarrollando líneas de investigación muy fructíferas que han producido resultados y observaciones científicas originales y relevantes, acreditadas en numerosas publicaciones en revistas de prestigio internacional. Ello es garantía de la cualidad del material que el alumno o persona interesada puede encontrar en un texto como el presente que, además de ser muy completo, tiene una excelente organización didáctica y pedagógica que facilita el estudio y la comprensión de lo explicado. Con este manual los profesores mencionados y el área de conocimiento al que pertenecen contribuyen una vez más al desarrollo en nuestro país de una de las disciplinas científicas con más futuro y potencial de desarrollo.

Ignacio Morgado Bernal
Catedrático de Psicobiología
de la Universidad Autónoma de Barcelona

Bellaterra, 7 de agosto de 2009

Presentación

Honestamente afirmamos que el comportamiento es un fenómeno biológico y que, efectivamente, le son de aplicación las leyes de la Teoría de la Evolución por Selección Natural. Ésta es la verdadera razón de que consideremos esencial para el psicólogo un profundo conocimiento de las bases biológicas de la conducta: nada queda ya de la vieja dicotomía cartesiana mente/cuerpo, sino que, recordando a Darwin tenemos que reconocer que «el hombre con sus nobles cualidades... todavía lleva en su cuerpo el estigma indeleble de su bajo origen». Lo que hace especial a la especie humana, aparte de ser la nuestra, es su modo particular de adaptación biológica. Estamos afirmando, pues, que la Psicología sólo puede ser evolucionista, porque únicamente a la luz de la evolución cobran sentido los enigmas de la conducta humana: más tarde o más temprano se demostrará que el repertorio conductual que hace de nosotros una especie peculiar constituye un catálogo de adaptaciones biológicas, es decir, que tales conductas perduran porque favorecen o favorecieron la aptitud biológica de quienes las despliegan.

Por tanto, hemos considerado que las leyes de la Genética y las de la Evolución han de proyectar su luminosa luz sobre todos los procesos biológicos que de una u otra manera explican la conducta: gracias a ellas podemos entender desde la ecología del comportamiento o la etología hasta la estructura, la fisiología, la ontogenia y la filogenia del sistema nervioso; pero también cómo el ambiente y la plétora de estímulos que genera alcanzan y afectan al individuo a través de los sentidos alterando la actividad de su sistema nervioso, endocrino e inmunológico para hacer posible, finalmente, el comportamiento, ese conjunto de respuestas que nos permiten relacionarnos activamente con el entorno cambiante. Éstas son las cuestiones que tratamos y se deben tratar en el marco de los **Fundamentos de Psicobiología**.

Este manual nace en el nuevo contexto creado por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) que, entre otros fines, promueve el aprendizaje activo del estudiante a través del acceso directo a la información, del debate de los contenidos que componen cada una de las materias curriculares del Grado, de la puesta a prueba de los conocimientos adquiridos a través de evaluaciones presenciales, autoevaluaciones y prácticas directas que permitan el desarrollo de habilidades útiles en el futuro ejercicio profesional y la evaluación continua de los conocimientos adquiridos. En este marco, su gestación se ha nutrido de la experiencia adquirida en los más de veinticinco años que venimos ejerciendo la docencia como profesores de Psicobiología en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED); una experiencia de enseñanza universitaria que ha estado muy cercana a las directrices que ahora se establecen en el EEES, pues, en gran medida, las que en éste se desarrollan han sido el centro del modelo educativo que ha guiado la actividad docente de la UNED desde sus comienzos.

Fundamentos de Psicobiología pone a disposición del estudiante de Psicología el primer recurso didáctico del ámbito de la Psicobiología, sobre el que debe llevarse a cabo ese aprendizaje activo que propugna el EEES. Por este motivo, nuestro trabajo no sólo ha consistido en aportar información relevante, contrastada y actualizada acerca de los contenidos que introducen al alumno en el estudio del comportamiento humano bajo el prisma de la Psicobiología, también hemos hecho el máximo esfuerzo para mostrar esa información de la forma más didáctica posible. Para ello, hemos cuidado con especial interés cuatro aspectos. En primer lugar, que todos los capítulos del manual estén organizados de una forma homogénea, se inicien con un esquema e introducción general de los contenidos tratados, incorporen todo el material gráfico necesario para facilitar su comprensión y que cada uno de sus epígrafes concluya con un resumen de los aspectos más relevantes en ellos tratados. En segundo lugar, que el alumno disponga del material gráfico impreso y multimedia complementario (recogido en el Cuaderno de Láminas del SNC y en el CD que acompaña el manual), para fomentar su aprendizaje activo y favorecer la comprensión de aquellos aspectos que así lo requirieran. En tercer lugar, que el manual esté acompañado de un Cuaderno de Autoevaluación en el que se recoge un importante número de cuestiones que, a la vez que dan una perspectiva del carácter práctico de los contenidos tratados en cada tema, permiten al alumno ser también sujeto activo en la valoración de su proceso de aprendizaje (este Cuaderno de Autoevaluación se complementa con una batería de ejercicios adicionales expuestos en formato multimedia). Finalmente, en el CD, además del material multimedia y los

ejercicios de autoevaluación, hemos incorporado un Glosario con las definiciones de aquellos términos que complementan, explican o aclaran algún aspecto o término comentado en el manual.

Los contenidos de **Fundamentos de Psicobiología** se han organizado en catorce capítulos. Tras el primero, de carácter introductorio, se abordan los elementos básicos que nos ayudan a comprender el comportamiento humano, esto es, los determinantes genéticos y evolutivos de la conducta (Capítulos 2, 3, 4 y 5), junto con la organización, ontogenia y filogenia del Sistema Nervioso (Capítulos 6, 7, 8, y 9). A continuación, se describen cuáles son las características funcionales del tejido nervioso (Capítulo 10), cómo se procesa la información recogida por los órganos sensoriales (Capítulo 11) para que, finalmente, a través de los sistemas efectores, se canalicen las respuestas que hacen que nos podamos relacionar de forma activa con el medio ambiente (Capítulos 12, 13 y 14).

A diferencia de Cervantes, que no necesitaba consultar ningún manuscrito para decir lo que muy bien se supo decir sin ellos, nosotros hemos investigado a los investigadores y hemos recopilado de ellos y seleccionado de entre todos sus datos, los pertinentes para iniciarse en el estudio del comportamiento como variable biológica. El fruto de esta actividad queda recogido en este material que constituye **Fundamentos de Psicobiología**, tal vez el resultado de nuestros esfuerzos no se halle a la par con nuestras buenas intenciones, que son las de la retórica clásica, a saber, enseñar, entretener, motivar (*docere, delectare, movere*), puesto que tal vez la amplitud y dificultad del tema o, tal vez la sequedad de nuestro estilo, no lo hayan hecho posible. Nos queda el consuelo de haber intentado hacer fácil lo difícil, y no haber oscurecido lo obvio y, especialmente, haber sido todo lo breves que se exigía de nosotros.

La realización de esta obra ha sido compleja y laboriosa y si no hubiésemos contado con la generosidad de familiares, amigos y colegas hubiese sido muy difícil llegar a concluirla y nunca de la forma en que lo hemos hecho. Por ello, queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento a: Robert Ader, Cecilia Barasoain, Beatriz Carrillo, Francisco Claro, Paloma Collado, Javier de Felipe, Anselma Guijarro, Antonio Guillamón, Alejandro Higuera, Ángel Iglesias Otheo de Tejada, Carmen Junqué, Juan Manuel Luque, Antonio Maldonado, Alberto Marcos, Miguel Miguens, Enrique Otheo de Tejada Barasoain, Fernando Peláez, Ricardo Pellón, M^a Ángeles Pérez Izquierdo, M^a Ángeles Pérez Padilla, Carmen Pérez Laso, Helena Pinos, Miguel Ángel Pozo, M^a Cruz Rodríguez del Cerro, Fernando Sánchez Toscano, Santiago Segovia, Dina Shira Knafo, Luis Troca y César Venero.

Agradecemos igualmente a los herederos de José de Togores su permiso para la reproducción de la imagen de la obra «Desnudos en la playa» y a Osborne y Cía, la de la etiqueta de «Anís del Mono».

También queremos expresar de forma muy especial nuestro agradecimiento a Begoña González González por haber hecho posible el material multimedia que acompaña el manual. A Rosa Sánchez, Directora de la Biblioteca de la Facultad de Psicología de la UNED, por, una vez más, no escatimar esfuerzos para localizar la bibliografía más recóndita, hacérsola llegar en tiempo récord y, sobre todo, ser una estupenda amiga y compañera. Y a nuestro editor, Alberto Torres, por el tiempo que nos ha dedicado, su gran paciencia a la hora de soportar nuestras dilaciones en la entrega de los manuscritos y los cambios de última hora, y por su empeño personal en lograr la mejor edición posible de este manual.

Finalmente, que Ignacio Morgado prologue esta obra es un honor y nuestra gratitud no puede sino igualar el gran respeto que nos merece su calidad profesional y humana. Nuestro agradecimiento sobrepasa lo que expresan estas palabras.

A todos ellos estamos agradecidos, como también lo estamos al conjunto del Departamento de Psicobiología de la UNED y al resto de colegas del área de Psicobiología que desde distintas universidades nos han transmitido su apoyo. Y de modo muy especial, a los Profesores-Tutores y a nuestros alumnos, cuyas inquietudes, críticas y alabanzas nos animan cada día para disfrutar enseñando.

Los autores,
Madrid, agosto de 2009

Índice

CAPÍTULO 1. LA PSICOBIOLOGÍA 1

La Psicobiología	2
El Comportamiento.....	2
La Explicación de la Conducta.....	5
Resumen.....	7
Disciplinas de la Psicobiología	7
Resumen.....	9
La Investigación en Psicobiología	9
El Método Científico	9
Estrategias de Investigación.....	10
Los Modelos Animales.....	12
Técnicas de la Psicobiología.....	14
Estudios de Lesión y Estimulación.....	15
Registro de la Actividad Neuronal.....	18
Estudio del Cerebro Humano <i>in vivo</i>	20
Resumen.....	25

CAPÍTULO 2. BASES CELULARES Y MOLECULARES DE LA HERENCIA 27

Las Leyes de Mendel.....	28
Ley de la Uniformidad	28
Ley de la Segregación	29
Ley de la Combinación Independiente.....	31
Variación de la Dominancia e Interacciones Génicas	32
Codominancia.....	32
Dominancia Intermedia.....	35
Pleiotropismo	35
Epistasia	36
Resumen.....	36
Teoría Cromosómica de la Herencia	37
Cromosomas Sexuales	38
Meiosis.....	38
Recombinación y Ligamiento	40
Resumen.....	42
Tipos de Transmisión Génica.....	42
Transmisión Autosómica Dominante.....	43
Transmisión Autosómica Recesiva.....	44
Transmisión Ligada al Sexo.....	45
Resumen.....	47
La Naturaleza del Material Hereditario	48
Resumen.....	51
Las Copias para la Herencia: Duplicación del ADN.....	51

Resumen.....	52
La Expresión Génica: la Información en Acción.....	53
La Transcripción.....	54
Maduración del ARN.....	55
El Lenguaje de la Vida: El Código Genético	56
La Traducción	58
Resumen.....	59
Los Errores que nos Matan y nos hacen Evolucionar: la Mutación.....	59
Resumen.....	60
Niveles de Organización del ADN: el Cromosoma Eucariótico.....	61
Resumen.....	63
Regulación de la Expresión Génica.....	64
Regulación de la Expresión Génica a Corto Plazo.....	65
Regulación de la Expresión Génica a Largo Plazo.....	68
Resumen.....	71

CAPÍTULO 3. GENÉTICA DE LA CONDUCTA

73

Concepto de Genética de la Conducta	74
Resumen.....	75
Genética Mendeliana de la Conducta.....	75
Conducta Humana	75
Obesidad.....	77
Lenguaje.....	77
Modelos Animales	78
Narcolepsia	79
Genética Mendeliana de la Conducta: Base Neurobiológica	79
Serotonina	80
Dopamina	81
Resumen.....	81
Genética Cuantitativa de la Conducta.....	82
Concepto de Heredabilidad.....	86
Genética Cuantitativa de la Conducta Humana	94
Inteligencia.....	94
Psicopatología	95
Resumen.....	98
Anomalías Cromosómicas y Conducta Humana	99
Alteraciones en el Número de Cromosomas	99
Poliploidías.....	99
Aneuploidías	100
Monosomías	103
Trisomías	103
Cromosomas Sexuales	103
Cromosomas Sexuales, Sexo y Cromatina de Barr	103
Trisomías Autosómicas	104
Par 21: el Síndrome de Down.....	104
Alteraciones Estructurales de los Cromosomas	105
Deleciones e <i>Imprinting</i> Genómico	106
Traslocaciones	106
Inversiones	107
Duplicaciones	107
Resumen.....	109

CAPÍTULO 4. LA EVOLUCIÓN

111

Antecedentes Históricos de la Teoría de la Evolución..... 113
 Resumen..... 115
 Teoría de la Evolución..... 116
 Resumen..... 122
 Teoría Sintética de la Evolución 123
 Resumen..... 124
 La Teoría de la Evolución y la Psicología..... 125
 Resumen..... 126
 Mecanismos de la Evolución..... 126
 La Herencia a través de las Poblaciones..... 127
 Frecuencias Genotípicas..... 127
 Frecuencias Génicas o Alélicas..... 128
 Ley del Equilibrio de Hardy-Weinberg..... 129
 Resumen..... 132
 Variabilidad Genética 132
 Origen de la Variabilidad..... 134
 Las Mutaciones Génicas 134
 Carácter Preadaptativo de la Mutación 136
 Efecto de la Mutación sobre las Frecuencias Génicas y Genotípicas..... 137
 Variación en la Cantidad de ADN..... 137
 Recombinación Génica 138
 Migración y la Deriva Genética 139
 Resumen..... 140
 Selección Natural 140
 Eficacia Biológica 140
 Adaptación 141
 Unidad de Selección 142
 Tipos de Selección Natural 142
 Selección Natural Direccional..... 142
 Selección Natural Estabilizadora 144
 Selección Natural Disruptiva 145
 Selección Sexual 145
 Polimorfismos Equilibrados..... 147
 Superioridad del Heterocigoto..... 147
 Selección Natural Dependiente de Frecuencia 149
 Resumen..... 150
 Especiación 150
 Tipos de Especiación 150
 Especiación Alopátrica o Geográfica 151
 Especiación Simpátrica 154
 Resumen..... 155
 El Hecho de la Evolución..... 155
 Tipos de Evolución 156
 Ritmo Evolutivo 161
 Extinción 161
 Resumen..... 162

CAPÍTULO 5. ECOLOGÍA DEL COMPORTAMIENTO

165

Una Breve Historia 166
 El Concepto de Instinto y la Etología Clásica..... 166

Tinbergen y las 4 Preguntas	168
La Conducta: Las Pautas de Acción Fija	168
Resumen.....	169
Las Causas Próximas de la Conducta	170
El Estímulo.....	170
El Organismo.....	172
La Neuroetología.....	172
La Motivación y las Emociones.....	174
Resumen.....	175
Ontogenia de la Conducta.....	176
Resumen.....	179
La Sociobiología, la Psicología Evolucionista y el Adaptacionismo	179
La Sociobiología.....	180
La Psicología Evolucionista.....	181
Resumen.....	182
La Ecología del Comportamiento	182
Estrategias Conductuales y Toma de Decisiones.....	182
Modelos de Optimización (<i>Optimality Models</i>)	183
Teoría del Forrajeo Óptimo.....	183
Los Estorninos	183
La Dieta del Alce.....	185
La Teoría de Juegos y las Estrategias Evolutivamente Estables (EEE)	185
Teoría de Juegos: Conceptos Básicos	186
¿Qué estrategia es la mejor? La Estrategia Evolutivamente Estable	186
Halcones y Palomas	186
El Dilema del Prisionero.....	188
Resumen.....	190
La Reproducción: el Apareamiento y el Esfuerzo Parental	191
Sistemas de Apareamiento y Elección de Pareja (y Selección Sexual)	191
Teoría de la Reparación Genética	191
Teoría de la Reina Roja.....	192
Sistemas de Apareamiento	192
Poliginia	194
Promiscuidad/Poliginandria.....	195
Poliandria.....	196
Monogamia.....	196
Resumen.....	197
Monogamia, Familia, Altruismo Reproductivo y Selección por Parentesco (<i>Kin Selection</i>)	197
El Altruismo Reproductivo	198
El Altruismo Reproductivo en el Reino Animal.....	199
El Altruismo en Himenópteros: Haplodiploidía.....	199
El Altruismo entre Diploides	200
El Conflicto Reproductivo y la Historia Vital.....	200
El Conflicto Padres/Hijos.....	200
Conflicto Prenatal Madre/Hijo	203
El Aborto Espontáneo	204
Conflictos Postnatales e Infanticidio.....	204
Resumen.....	205

CAPÍTULO 6. ORGANIZACIÓN GENERAL DEL SISTEMA NERVIOSO

207

Células del Sistema Nervioso.....	209
La Neurona.....	209

Características Estructurales y Funcionales de la Neurona	211
Clasificación de las Neuronas.....	216
La Glía: Características y Tipos.....	218
Los Astrocitos	218
Los Oligodendrocitos y las Células de Schwann	220
La Microglía	222
Resumen.....	222
Aproximación a la Organización del Sistema Nervioso.....	223
Ejes y Planos de Referencia.....	225
Divisiones del Sistema Nervioso Central	228
Organización del Sistema Nervioso Periférico	228
Nervios Craneales.....	231
Nervios Espinales	233
Resumen.....	234
Sistemas de Mantenimiento y Protección del Sistema Nervioso Central	235
Las Meninges.....	235
Sistema Ventricular y Producción de Líquido Cefalorraquídeo	237
Circulación Sanguínea.....	239
La Barrera Hematoencefálica.....	241
Resumen.....	242

CAPÍTULO 7. EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL: ORGANIZACIÓN ANATOMOFUNCIONAL 245

Las Divisiones del SNC.....	246
El Encéfalo Anterior	247
Los Hemisferios Cerebrales.....	247
El Diencefalo.....	249
El Tronco del Encéfalo.....	251
El Cerebelo	251
La Médula Espinal	252
Resumen.....	253
Las Estructuras del SNC y sus Características: Organización de la Sustancia Gris y la Sustancia Blanca	254
El Tubo que Alberga una Mariposa: Estructuras de la Médula Espinal	255
Trepando por el Tronco del Encéfalo.....	258
Características Generales.....	258
Los Núcleos Propios y los Tractos Principales de cada División	258
Componentes Comunes del Tronco del Encéfalo: los Núcleos de los Nervios Craneales, la Formación Reticular y algunos Núcleos Relacionados	261
El Diencefalo	264
El Hipotálamo	264
El Tálamo.....	266
La Organización Sensoriomotora es similar en la Médula Espinal, el Tronco del Encéfalo y el Diencefalo.....	269
Resumen.....	271
Dos Estructuras con Corteza: el Cerebelo y Los Hemisferios Cerebrales.....	271
El Árbol de la Vida: el Cerebelo	272
La Nuez más Seleccionada: Organización Interna de los Hemisferios Cerebrales	275
Las Estructuras Subcorticales.....	275
La Sustancia Blanca	277
La Corteza Cerebral	279
La Allocorteza	279
La Neocorteza	279
Características Fundamentales de la Organización Cortical.....	282

Áreas de la Neocorteza	283
Resumen.....	284
Un Viaje Rápido por los Sistemas Neurales: Funciones del SNC	285
Circuitos Locales	285
Sistema Ascendente de Activación: la Formación Reticular y otros Núcleos Relacionados	286
Sistemas de Regulación Interna: el Hipotálamo como Centro Coordinador.....	289
Sistema Emocional: el Sistema Límbico y las Vías Olfatorias	293
Sistemas Sensoriales, Motores y de Asociación: la Corteza Cerebral como Centro Superior del Procesamiento Neural	295
Resumen.....	302

CAPÍTULO 8. DESARROLLO DEL SISTEMA NERVIOSO

305

Marcando el Territorio del Sistema Nervioso: Neurulación del Embrión.....	306
El Comienzo es la Inducción Neural del Ectodermo	308
La Placa Neural forma un Tubo y una Cresta Neurales	310
Resumen.....	312
Se Establecen los Límites: Formación de las Divisiones del Sistema Nervioso	312
Desarrollo del Tubo Neural: se Forman la Vesículas Encefálicas	313
El Tubo Neural se Segmenta: Factores que Establecen los Límites.....	314
Se establece el Patrón Dorso-Ventral en el Tubo Neural: Regionalización Funcional	315
Las Cinco Vesículas Segmentadas Originan las Divisiones y Estructuras del SNC	316
Desarrollo de la Cresta Neural: Formación del SNP	316
Resumen.....	319
Fases del Desarrollo	320
Proliferación Celular.....	320
¿Dónde están las Madres?: Zonas Proliferativas.....	320
¿Qué será: Neurona Inmadura o Glioblasto?.....	322
Tiempo de Nacimientos: Neurogénesis.....	322
Viajando a Casa: la Migración Celular.....	324
¿Qué Tren Tomar?: Mecanismos de Migración en el Tubo y la Cresta Neurales	325
Cada Población es Distinta: la Diferenciación Neuronal y Formación de las Vías de Conexión	329
Los Impulsores del Urbanismo neural: el Cono de Crecimiento y los Factores que Guían los Axones hacia sus Destinos	330
Control de Poblaciones: Supervivencia y Muerte Neuronal.....	332
Factores Implicados en la Supervivencia Neuronal	332
Se remodelan las Vías de Conexión	339
¿Hasta cuando la Remodelación?	341
Resumen.....	345

CAPÍTULO 9. FILOGENIA DEL SISTEMA NERVIOSO

347

La Adquisición de las Propiedades Básicas del Procesamiento de la Información	348
Resumen.....	350
El Tejido Especializado en el Procesamiento de la Información	350
La Red Nerviosa Difusa	351
El Sistema Ganglionar.....	352
Encefalización	352
Resumen.....	356
El Tubo Neural: Sistema de Organización del Tejido Nervioso	357
La Médula Espinal y Tronco del Encéfalo	360
El Encéfalo Anterior: el Diencefalo.....	365

El Encéfalo Anterior: los Hemisferios Cerebrales	368
La Corteza Cerebral	370
Resumen.....	374
Factores que pueden estar Involucrados en el Desarrollo del Encéfalo	374
El Tamaño del Encéfalo	375
Relación entre Diferentes Estrategias Evolutivas y el CE	377
Factores Fisiológicos Relacionados con el CE	378
Factores Ecológicos Involucrados en el Aumento del CE	380
Factores Etológicos Involucrados en el Aumento del CE	383
La Inteligencia	384
Resumen.....	384
El Encéfalo de los Homínidos	385
Cambios en la Ontogenia	387
Cambios en el Sistema Digestivo y la Alimentación	388
Cambios en la Reproducción.....	389
Interacción Social	390
El Lenguaje.....	390
La Cultura.....	391
Resumen.....	393

CAPÍTULO 10. BASES DE LA COMUNICACIÓN NEURONAL 395

El Potencial Eléctrico de las Membranas	396
Resumen.....	398
El Potencial de Reposo.....	399
Bombas Iónicas para el Mantenimiento de las Diferencias en las Concentraciones de Iones entre Ambos Lados de la Membrana	401
Resumen.....	402
El Potencial de Acción	403
Conductancias Iónicas durante el Potencial de Acción	406
Resumen.....	408
La Propagación del Potencial de Acción	408
La Conducción Saltatoria.....	411
Resumen.....	414
Comunicación entre Neuronas: las Sinapsis.....	414
Las Sinapsis Químicas	416
Mecanismos de la Transmisión Sináptica Química.....	416
Clases de Sinapsis Químicas.....	419
Sinapsis Axoaxónicas: Inhibición y Facilitación Presináptica	420
Resumen.....	420
Potenciales Postsinápticos Excitadores e Inhibidores. La Integración Neural.....	421
Resumen.....	426
Neurotransmisores y Neuromoduladores	426
Clases de Neurotransmisores y Neuromoduladores	427
Farmacología de la Sinapsis Química.....	431
Resumen.....	433

CAPÍTULO 11. LOS SISTEMAS SENSORIALES 435

Introducción a la Fisiología de los Sentidos.....	436
Tipos de Energía Estimular: la Modalidad Sensorial.....	436
La Cuantificación de la Energía Estimular: Codificación de la Intensidad (o Amplitud) del Estímulo.....	438

La Codificación de la Duración de la Estimulación.....	439
La Localización de los Estímulos: Campos Receptivos e Inhibición Lateral	441
Resumen.....	444
Los Receptores Sensoriales y la Transducción Sensorial	444
Quimiorreceptores y Transducción	445
Receptores Gustativos.....	445
Receptores Olfatorios	447
Receptores Nociceptivos	449
Mecanorreceptores y Transducción.....	450
Receptores Cutáneos	450
Receptores Auditivos	452
Fotorreceptores y Transducción Visual.....	456
Resumen.....	460
La Transmisión de la Información Sensorial al Sistema Nervioso Central.....	460
Aproximación General a los Circuitos Sensoriales del SNC.....	461
Resumen.....	468
Los Primeros Niveles de Procesamiento de la Información Sensorial.....	468
Resumen.....	472
El Papel del Tálamo en el Procesamiento de la Información Sensorial.....	473
Resumen.....	474
El Procesamiento Cortical de la Información Sensorial.....	475
Procesamiento Cortical en el Sistema Somatosensorial	475
Procesamiento Cortical en el Sistema Visual	478
Las Células Simples y Complejas	478
Las Columnas y Módulos Corticales	482
La Percepción Visual.....	484
Resumen.....	484
Vías de Modulación Sensorial. La Modulación de la Percepción del Dolor.....	485
Resumen.....	488
Funciones Biológicas de los Sentidos.....	489
Resumen.....	491

CAPÍTULO 12. LOS SISTEMAS EFECTORES

493

Tipos de Efectores	494
Aproximación General a los Sistemas Motores.....	496
Resumen.....	500
Las Neuronas Motoras y los Receptores Sensoriales de los Músculos	500
Las Motoneuronas y la Contracción Muscular	500
Los Receptores Sensoriales de los Músculos. La Propiocepción	503
Husos Musculares	503
Órganos Tendinosos de Golgi	505
Resumen.....	507
Los Reflejos Medulares	507
Reflejos Polisinápticos	510
Resumen.....	512
Áreas Corticales que Intervienen en el Control Motor	513
Áreas de Asociación de la Corteza Cerebral.....	514
Áreas de Motoras de la Corteza Cerebral	514
Función de las Áreas Premotoras o Corteza Motora Secundaria.....	516
Función del Área Motora Primaria.....	517
Resumen.....	519
Sistemas Motores Descendentes.....	520

Sistemas Descendentes de la Corteza Motora	520
Sistemas Descendentes del Tronco del Encéfalo	524
Funciones de los Sistemas Descendentes	524
Resumen.....	529
Sistemas Moduladores: el Cerebelo y los Ganglios Basales	530
El Cerebelo	530
Los Ganglios Basales	531
Resumen.....	534
Sistema Nervioso Autónomo	535
Organización Anatómica del Sistema Nervioso Autónomo	537
Funciones del Sistema Nervioso Autónomo	539
Resumen.....	542

CAPÍTULO 13. SISTEMA NEUROENDOCRINO 545

Hormonas: Principios Generales	547
Tipos de Hormonas	547
Mecanismos de Acción de las Hormonas.....	548
Comparación entre la Transmisión Neuronal y la Comunicación Hormonal	549
Resumen.....	550
Glándulas Endocrinas	551
Hormonas Hipofisarias y su Relación con el Hipotálamo.....	552
Hormonas de la Neurohipófisis	554
Funciones de la Oxitocina	555
Funciones de la Vasopresina	557
Hormonas de la Adenohipófisis y Hormonas Hipotalámicas Implicadas en su Liberación	559
Resumen.....	563
Hormonas Liberadas por Acción de las Hormonas Adenohipofisarias	564
Hormonas Tiroideas	564
Hormonas Corticosuprarrenales.....	566
Hormonas Gonadales	568
Hormonas Gonadales Masculinas.....	568
Hormonas Gonadales Femeninas	571
Resumen.....	574
Algunas Glándulas y Hormonas más.....	575
Hormonas de la Médula Adrenal	575
Hormonas Pancreáticas.....	576
Hormonas de la Glándula Pineal	578
Resumen.....	579
Regulación de la Secreción Hormonal	580
Interacciones entre el Sistema Endocrino y la Conducta.....	580

CAPÍTULO 14. PSICONEUROINMUNOLOGÍA 587

El Nacimiento de la Psiconeuroinmunología.....	588
Una Visión General del Sistema Inmune	589
La Respuesta Inmune Específica.....	592
La Respuesta Mediada por Anticuerpos	593
La Respuesta Mediada por Células.....	594
Resumen.....	602
Interacciones entre el Sistema Nervioso, el Sistema Endocrino y el Sistema Inmune	602
El Sistema Nervioso y el Sistema Endocrino como Moduladores de la Función Inmune.....	603

El Sistema Inmune como Modulador de la Actividad del Sistema Nervioso y del Sistema Endocrino	604
Resumen.....	607
Interacciones entre el Sistema Inmune y la Conducta.....	608
El Sistema Inmune como Modulador de la Conducta.....	608
Modulación Conductual de la Función Inmune	610
Resumen.....	612
Las Respuestas del Organismo ante el Estrés: un Ejemplo de las Interacciones entre la Conducta, el Sistema Nervioso, el Sistema Endocrino y el Sistema Inmune.....	613

BIBLIOGRAFÍA	617
---------------------------	------------

ÍNDICE ANALÍTICO	629
-------------------------------	------------

© Águeda del Abril Alonso, Emilio Ambrosio Flores, M^a Rosario de BlasCalleja, Ángel A. Caminero Gómez, Carmen G^a Lecumberri y Juan M^a de Pablo González. 2009. [Editorial Sanz y Torres](#)



Los autores son Profesores permanentes del Departamento de Psicobiología de la UNED. De izquierda a derecha: Juan M. de Pablo González, Licenciado y Doctor en Psicología; Carmen García Lecumberri, Licenciada y Doctora en Psicología; Emilio Ambrosio Flores, Licenciado en CC. Biológicas y Psicología, y Doctor en Psicología; Águeda del Abril Alonso, Licenciada y Doctora en Psicología; M^a Rosario de Blas Calleja, Licenciada y Doctora en Psicología y Ángel A. Caminero Gómez, Licenciado en CC. Biológicas y Doctor en Psicología.

«La Psicobiología es una disciplina científica cada vez más relevante y atractiva. Su principal activo es el tratar sobre nosotros mismos, sobre la naturaleza de la mente y el comportamiento humanos, a partir de lo cual podemos entender todas las demás cosas de nuestro mundo. Su carácter interdisciplinar, es decir, su amplitud de miras integrando conocimiento de todos los posibles niveles de análisis (biológicos y sociales), la hace, además de atractiva, poderosa, capaz de explicar en profundidad por qué somos como somos y por qué nos comportamos como lo hacemos ...

...Es en ese contexto donde cobra sentido el estudio de los *Fundamentos de Psicobiología* como disciplina básica y necesaria para conocer los niveles superiores de organización y funcionamiento de la mente y el comportamiento humanos. Es decir, necesitamos conocer la biología molecular del cerebro, su organización anatómica y funcional y sus antecedentes ontogenéticos y evolutivos para tener las claves que hacen posible sus propiedades sistémicas y emergentes».

Ignacio Morgado Bernal
Catedrático de Psicobiología de la UAB

