

Tu cerebro con psicodélicos

Genís Oña



GUIASDELPSICONAUTA.COM

Idea, proyecto de negocio y coordinación: Santos Rodríguez
Dirección y gestión: Eva Huici
Asesoría corporativa: Sunny Bates
Creación editorial: Martín Rasskin
Marketing y redes sociales: Gabriel García y Jhoselin Moudallal
Colección: Guías del Psiconauta - www.guiasdelpsiconauta.com
Serie: Ciencia Psicodélica

Título: Tu cerebro con psicodélicos. Edición color 2022
Autor: © 2022 Genís Oña
Dirección de colección: Antón Gómez-Escolar Sanz
Asesoría científica: José Carlos Bouso
Asesoría Legal: Francisco Azorín
Diseño y realización de cubiertas: RodilHerraiz.com
Copyright de la presente edición: © 2022 Argonowta Digital SLL, Madrid, España. Reservados todos los derechos.
“Guiasdelpsiconauta.com” es un proyecto de Argonowta.

ARGONOWTA: Somos aventureros embarcados en una misión
www.argonowta.com
Síguenos:
Guiasdelpsiconauta.news
<https://www.instagram.com/guiasdelpsiconauta/>
<https://twitter.com/guiaspiconauta>

No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47).

ISBN edición digital: 978-84-1894-326-3
Fecha de edición: mayo 2022

*A todas las personas subversivas,
reformadoras y agitadoras.
Vuestro inconformismo y heterodoxia
es nuestra esperanza.*

Esta obra tiene una función meramente informativa y de divulgación general amparada en el artículo 19 de la Declaración Internacional de Derechos Humanos, que reconoce y protege el derecho a la información. No obstante, la información contenida en esta obra está dirigida exclusivamente a personas mayores de edad.

En ningún caso el contenido de esta obra pretende promocionar, proponer o provocar la tenencia, tráfico, producción o consumo de sustancias psicoactivas o ningún otro delito, relacionado o no. La falta de trascendencia penal del mero consumo personal de drogas psicodélicas en la mayoría de países occidentales hace, además, que estas figuras no se puedan dar ante una obra que recoge solamente información divulgativa, bibliográfica y científica sobre un tema de actualidad, interés médico-científico y con presencia habitual en medios de comunicación de gran alcance, como es la investigación y uso terapéutico de drogas psicodélicas y otras sustancias psicoactivas ya sean legales, controladas o ilegalizadas.

El editor y los autores se exoneran de cualquier uso inapropiado, arriesgado, peligroso o ilícito que el lector de esta obra pudiera realizar con los datos y conocimientos aquí contenidos. El contenido de esta obra, ya sea de ámbito científico, médico, legal o de riesgos, si bien busca ser lo más riguroso y actualizado posible, no supone una garantía en ningún ámbito.

Esta colección de libros es pertinente y necesaria en un momento en el que las medicinas psiquedélicas ya están disponibles para su uso en psiquiatría, como es el caso de la ketamina, y que con el tiempo el arsenal disponible irá creciendo: psilocibina, MDMA, DMT, etc. La colección viene a llenar un hueco necesario ante este nuevo panorama médico y social. Los autores responsables de los textos son los mejores especialistas españoles en su ámbito y la colección solo puede tener éxito editorial. Servirá también para que los medios de comunicación dispongan de información objetiva y accesible sobre un tema que, aunque aún es desconocido, será el futuro cercano de los tratamientos en salud mental, en un momento de pandemia más necesario que nunca.

José Carlos Bouso, PhD,
Director Científico, ICEERS.
(International Center for Ethnobotanical
Education, Research and Service)

Índice

Prefacio	17
Prólogo.....	25
Capítulo 1. Breve introducción a la farmacología.....	37
Introducción etimológica	39
Principales conceptos farmacológicos.....	42
Sistema nervioso	42
Neuronas, sinapsis y potencial de acción.....	46
Farmacocinética y farmacodinamia	50
Neurotransmisores	56
Receptores	58
Modificación de la función de los receptores.....	63
¿Por qué una farmacología psicodélica?	65
Farmacología y complejidad	68
Referencias para profundizar en los contenidos de este capítulo	73
Capítulo 2. Clasificación farmacológica de las principales drogas psicodélicas: estructuras y principales grupos	75
Triptaminas simples.....	76

Ergolaminas	78
Feniletilaminas	80
Antagonistas de los receptores NMDA	82
Nuevas triptaminas	83
Psicodélicos atípicos.....	84
Tabernanthe iboga	84
Salvia divinorum.....	86
Datura stramonium.....	88
Referencias para profundizar en los contenidos de este capítulo	91
Capítulo 3. Dianas biológicas de las drogas psicodélicas	93
Dianas de las triptaminas simples	95
Psilocibina	98
DMT y ayahuasca	103
Dianas de las ergolaminas	105
LSD.....	105
LSA.....	107
Dianas de las feniletilaminas	108
Mescalina	108
MDMA.....	109
Dianas de los antagonistas de los receptores NMDA	110
Dianas de las nuevas triptaminas	111
Dianas de los psicodélicos atípicos.....	113
Ibogaína/noribogaína.....	114
Salvinorina-A	118
Datura stramonium.....	121
Referencias para profundizar en los contenidos de este capítulo	122
Capítulo 4. Farmacocinética y farmacodinamia de las drogas psicodélicas	125
Farmacocinética.....	127
Liberación	130
Absorción.....	130

Distribución	137
Metabolismo.....	140
Metabolismo y envejecimiento.....	143
Principales centros y enzimas responsables del metabolismo	147
Aspectos relevantes en el metabolismo de drogas psicodélicas.....	148
Psilocibina	149
DMT/ayahuasca	150
LSD.....	154
MDMA.....	155
Mescalina	157
Ketamina.....	157
Ibogaina/noribogaina.....	158
Salvinorina-A	161
Alcaloides tropánicos	162
Eliminación	164
Farmacodinamia	169
Efectos terapéuticos	172
Efectos antidepressivos, antiinflamatorios y neuroprotectores	174
Efectos terapéuticos de los psicodélicos atípicos.....	178
Aumento de neuroplasticidad.....	182
Efectos terapéuticos reportados por estudios de neuroimagen	190
Efectos neuroendocrinos.....	201
Efectos psicológicos	202
Las microdosis de psicodélicos como tendencia emergente	204
Efectos adversos	207
Toxicidad.....	208
Efectos adversos en el uso terapéutico de psicodélicos.....	213
Efectos psicoactivos.....	220
Efectos psicoactivos de las drogas psicodélicas reportados por cuestionarios psicométricos.....	224
MEQ	226

APZ	229
HRS	231
5D-ASC	234
Tolerancia	235
Referencias para profundizar en los contenidos de este capítulo	237
Capítulo 5. Reducción de riesgos en el uso de psicodélicos	241
Cuidate	242
Comprueba qué has comprado	242
No te pongas creativo con las vías de administración.....	244
Mantente hidratado	245
No mezcles.....	246
Sé paciente	248
Capítulo 6. Una mirada al futuro.	
Promesas y desafíos	251
Comercialización de terapias psicodélicas	252
El papel del conocimiento tradicional	255
Viajar o no viajar	258
Glosario.....	261
El estatus legal de las drogas psicodélicas en el mundo	273

PREFACIO

Cuando me acerqué por primera vez a las drogas psicodélicas, supe al instante que mi vida había cambiado. Sabía que me embarcaba en un viaje sin retorno, en una carabela que zarpaba hacia territorios ignotos y que nunca hallaría puerto alguno en que reposar, pues pocos misterios se resisten tanto al avance del conocimiento como las características alteraciones de la conciencia inducidas por estas sustancias. Sin embargo, pese a esa certeza, supongo que uno siente la llamada y la sigue, sin mirar atrás. Y es que resulta cuando menos paradójico que unas sustancias que se denominan «psicodélicas» (palabra formada por *psykhé*, alma, aliento, y *dēlos*, mostrar, revelar) contengan misterios tan complicados de desvelar. Sin embargo, aunque aquí se haga patente esta contradicción, lo cierto es que una gran parte de lo que atañe al organismo humano y a la acción que moléculas externas pueden ejercer sobre el mismo todavía habita en tesoros enterrados que esperan, sin ninguna prisa, a ser descubiertos.

Personalmente, empecé a estudiar las drogas psicodélicas desde la psicología, pensando, obviamente, que lo más relevante de las mismas serían sus efectos psicológicos. No obstante, poco tardé en darme cuenta de que, para aproximarme a ellas, era necesario abrir un poco más el foco. Me interesé entonces por lo que decían los antropólogos y los etnólogos sobre las mismas, a través de descripciones de viajes exóticos y aventuras, literalmente, alucinantes. Conocer esta perspectiva parecía uno de los pilares fundamentales para cualquiera que se acercase a estas drogas, pues es desde luego necesario situarlas en su contexto histórico y comprender los usos que distintas culturas han hecho de ellas, sobre todo en lo que respecta a su uso comunitario y espiritual. Más adelante, me dejé llevar por una corriente mucho más biomédica, por varios motivos, aunque resaltaría el hecho de que percibí la necesidad de estudiar estas drogas desde una perspectiva lo más seria y respetable posible. También fui consciente de que había mucho más por hacer en ámbitos médico-científicos que, pese a su robustez y seriedad, eran en realidad los más atrasados en la materia. De esta manera, cursé estudios sobre neurotoxicología y neuropsicofarmacología aplicadas a la investigación con animales, y posteriormente estudios sobre farmacología humana, emprendiendo a continuación mi doctorado en Salud, Psicología y Psiquiatría. De esta manera, en el momento de escribir estas líneas, creo que tengo cierta experiencia y pericia en los ámbitos de la psicología, la antropología y la farmacología que me deberían permitir entender mejor lo que hacen las drogas psicodélicas a nuestra mente. No obstante, todavía no entiendo nada.

Pese a no entender nada, me atreví a escribir este libro, quizá para que otros también lleguen a la misma conclusión. De hecho ¡ojalá todos pudiésemos llegar ahí...! Uno se encuentra con muchos libros de neurociencias, de psicofarmacología o de divulgación científica en general, lanzando atrevidas afirmaciones sin fundamento o proclamando supuestas certezas absolutas sobre cuestiones que todavía no se comprenden muy bien. Sin embargo, no debemos olvidar que la ciencia es un método de obtención de conocimiento que funciona con saberes provisionales, donde se generan hipótesis o teorías que muchas veces nada tienen que ver con la realidad. A menudo nos conformamos con estas explicaciones simplistas o reduccionistas de fenómenos complejos, y existe un motivo para ello: necesitamos certezas. Nuestro cerebro está preparado para construir esquemas, modelos de nuestro entorno, con la intención de predecir en la mayor medida posible futuras situaciones en las que nuestra vida pueda correr peligro. Pero a veces esto se nos va de las manos. No podemos entenderlo todo. Que la persona que sostenga este libro sepa que aquí no va a encontrar esas certezas. En este libro navegaremos juntos por la incertidumbre, que debería ser la auténtica característica definitoria de la empresa científica y la bandera de nuestra carabela. Solo en la posición de la conciencia del no saber es cuando se empieza a aprender. Deberíamos cultivar más este estado.

Ciertamente, cuando hablamos de la farmacología de las drogas psicodélicas nos encontramos en un ámbito altamente complejo. Esta disciplina debe responder preguntas como: ¿por qué esta molécula provoca que este primate se crea que es Dios? Para responder, hace falta antes preguntarse: ¿cómo

convierte el cerebro humano sustancias químicas en pensamientos? Cuya respuesta todavía está tan lejos como el mismo horizonte. Sin embargo, pese a estas limitaciones, el conocimiento farmacológico de estas drogas ha avanzado extraordinariamente en las últimas décadas, y aunque no podemos responder preguntas esenciales, podemos responder otras tangenciales, lo cual no es baladí.

El auge de las drogas psicodélicas no solo como posibles herramientas terapéuticas, sino como valiosas herramientas para comprender mejor funciones tan complejas como la misma conciencia, ya es imparable. Investigadores de todo el mundo están inmersos como nunca antes en esta búsqueda, y las múltiples posibilidades ni tan siquiera son imaginables. Lo que hace tan solo 15 o 20 años era impensable, hoy no solo está ocurriendo, sino que está superando todas las expectativas. Ambiciosos programas de investigación financiados por gobiernos, inversiones billonarias en el desarrollo de medicamentos a base de drogas psicodélicas, la aprobación de las agencias reguladoras más importantes, etc. No será nada extraño que poco tiempo después de que se publique este libro se apruebe el uso de la psilocibina o de la MDMA para el tratamiento de algunos trastornos psicológicos, y tampoco lo será el hecho de que se dé algún paso decisivo en la investigación básica en neurociencias gracias a algún compuesto psicodélico. Ni la droga psicodélica más potente nos haría ver ese futuro tan apasionante que nos espera.

Es previsible que toda esta nueva ola de estudios e investigaciones con psicodélicos también conlleve avances en el conocimiento de campos adyacentes. Desde ICEERS, la organización en la que trabajo, organizamos en 2019 la tercera conferencia

internacional sobre la ayahuasca, y mi sorpresa fue que, en la mayor parte del congreso, se habló de todo menos de ayahuasca. Había conferencias sobre sostenibilidad de ecosistemas como el Amazonas, sobre arte, biodiversidad, comunidades indígenas, historia, derechos humanos, colonialismo, etc. A mí, personalmente, el interés intelectual sobre las drogas psicodélicas también me ha despertado un interés voraz sobre la farmacología de los productos naturales o sobre el funcionamiento en general del sistema nervioso o de nuestra mente. Por ello invito a todas las personas que puedan leer estas líneas a que se adentren en este campo con todo el entusiasmo y apertura posibles, porque lo más seguro es que terminen enganchándose a otros campos que nada tienen que ver, a priori, con las drogas psicodélicas. Esta transdisciplinariedad que define a estas drogas es quizá el mejor de sus atributos, y las nuevas informaciones que recibimos casi a diario sobre las mismas, es un néctar que debemos aprovechar y explotar al máximo.

Recuerdo que cuando iba al instituto, debía tener unos 12 o 13 años, yo no había probado ninguna droga, a excepción de alguna copita de vino o kina con la familia, y alguna calada de cigarrillos de tabaco que alguien conseguía sin saber muy bien cómo. No obstante, ya había leído a Antonio Escohotado, Thomas Szasz, Albert Hofmann, Stanislav Grof, Aldous Huxley, Kerouac, etc. Y por tanto el asunto de «la droga» empezaba a parecerme un mundo bastante fascinante. En aquel entonces, en mi libro de texto de Ciencias Naturales, en el instituto, encontré un par de páginas que hablaban sobre drogas. En cuanto empecé a leer el contenido comencé a horrorizarme. No ponían más que información alarmista o

directamente falacias inverosímiles. Estaba estupefacto. Y mucho más que eso: estaba profundamente indignado con el hecho de pensar que mi generación, y muchas otras anteriores y quizá posteriores, iban a encontrarse con esta sarta de mentiras y a exponerse, por tanto, a una información que simplemente no era cierta. ¿Cómo era eso posible? No tardé ni unas horas, creo, en ponerme a trabajar. Hice un listado de todas las afirmaciones erróneas, falsas o que requerían de algún matiz, añadiendo en cada punto la información correcta y las fuentes de donde había obtenido la información. Adjunté la lista a una carta dirigida a la Editorial Santillana, en la que les sugería enfáticamente que corrigieran esos contenidos en futuras ediciones del libro de Ciencias Naturales, y la envié por correo postal a su sede central. Un par de semanas después me citaron al despacho del director del instituto. Ahí, además del director, también estaban dos abogados de la Editorial Santillana. Me hicieron saber que no les había gustado mucho la susodicha carta y que incluso cabía la posibilidad de denunciarme (la verdad es que no recuerdo muy bien por qué, pero creo que les pedí *demasiado* enfáticamente que modificaran el contenido de los libros). En definitiva, me obligaron a redactar otra carta en la que me retractaba de la anterior. Allí mismo, escrita a mano. Y se zanjó el asunto. Era un chavalín asustado que no sabía nada de la vida, no hice las cosas bien y en aquella ocasión no tuve otra opción. Pero ahora ya no soy un chavalín.

Este libro es, en parte, una cristalización de ese deseo prematuro de combatir la desinformación. Espero que pueda ayudar a muchas personas a recibir este próximo futuro de las drogas psicodélicas de manera informada, segura, libre de prejuicios y, desde luego, abierta a lo que todavía no sabemos.

No quisiera, ni me perdonaría, terminar este texto sin agradecer a todas las personas que lo han hecho posible. Gracias, en primer lugar, al fantástico equipo de Argonowta, por su entusiasmo y por esta oportunidad única. Ha sido un placer estar acompañado por su equipo y colaboradores.

Es inevitable recordar a todos los profesores o, más bien, maestros (mi padre me dijo que los profesores enseñan, pero de los maestros se aprende) que me han acompañado en mi etapa académica. A Pepita, Salvador Escudé, Manel, Rocaspana, Pere Joan, Inés, Teresa, Santafé, Jordi, gracias por todo.

También gracias a mi madre y a mi padre, por darme todo, quererme como mejor han sabido y estar siempre ahí.

Gracias al fantástico equipo de ICEERS, mi segunda familia, que siempre ha creído en mí y me ha ofrecido tantas oportunidades y momentos inolvidables. Y caray, gracias por el sueldo de cada mes, también. Es todo un detalle.

Gracias Bou por ser mi mentor y amigo. Y por ser toda una inspiración. Trabajar a tu lado es un sueño cumplido y un honor. Gracias por ser alguien de quien siempre aprendo, que siempre me sorprende y que siempre está ahí.

Gracias Mer, por ser el faro que pone un poco de luz en este mundo y que ha guiado muchos de mis pasos. Además, probablemente, sin ti no sabría cuánta importancia tiene este libro.

Gracias Eva, por acompañarme en el proceso de escritura de este libro, por tu lectura atenta de las pruebas y tus sabias sugerencias y correcciones, pero sobre todo, gracias por acompañarme en esta vida y por tu amor. T'estimo preciosa.

Un recuerdo y gratitud también a los que ya no están, por enseñarme lo realmente importante.

PRÓLOGO

Amor pleno. Aceptación total. Comprensión absoluta. Transformación. Conexión. Integridad. Asombro. Arrobamiento... Son algunas de las experiencias más comunes que se les suele escuchar a quienes vuelven de una aventura *psiquedélica* que, experimentada en su justa dosis, no parece dejar a nadie indiferente. Lejos de suponer una moda pasajera contemporánea, tras salir de unas décadas de ostracismo al que las políticas internacionales sobre drogas la tenían condenada, la experiencia *psiquedélica* ha sido una práctica común en el contexto cultural de la humanidad, y de radical importancia en el de la construcción cultural de Occidente. Los principales filósofos de la Grecia clásica participaron en los ritos eleusinos, que se celebraron durante unos dos mil años hasta que el templo de Eleusis, cerca de Atenas, fue destruido por el fundamentalismo cristiano, empeñado desde sus orígenes en aplacar, con fuerza y fiereza si es necesario, todas las manifestaciones espirituales que no sean

las suyas. En Eleusis se bebía el kykeon, un alucinógeno cuya identificación precisa no ha sido aún encontrada, aunque reconocidos expertos la asemejan a la LSD moderna. Los ritos eleusinos parece que se celebraban a lo largo y ancho de todo el entorno cultural griego, fuera de Grecia, y así parece atestiguarlo un pequeño cáliz encontrado en el entorno de Ampurias, provincia de Girona, que supuestamente se utilizaba para beber el kykeon. Nos podemos remontar más atrás incluso en el tiempo, hasta la prehistoria, para llegar a Selva Pascuala, un abrigo neolítico situado en la Serranía de Cuenca, donde hay un mural parietal en el que, según los expertos, hay representados unos hongos psilocibios, de los cuales se servirían aquellos primitivos habitantes conquenses para realizar sus exploraciones a territorios ontológicos no ordinarios.

Pero el uso de psiquedélicos no es exclusivo de nuestra tradición cultural. En Sudamérica se encuentra la mayor diversidad conocida de alucinógenos vegetales, en Centroamérica hay numerosos registros arqueológicos del uso de numerosas plantas y hongos alucinógenos, y en África y Asia ocurre, aunque con menor diversidad, otro tanto. La anomalía de perseguir a los usuarios de alucinógenos (la guerra contra las drogas es en realidad una guerra contra los que las usan) ha sido muy limitada en el espacio (los países firmantes de los Convenios Internacionales sobre drogas, pero no sus tierras indígenas indómitas) y en el tiempo (de 1971 a nuestros días). Apenas unas décadas en, seguramente, decenas de miles de años de uso. Una mala gripe, pero pasajera, en la vida de la historia de la humanidad.

Y es que parece que esta situación se está revirtiendo. Por una parte, en la mayoría de los países,

incluido España, solo los principios activos de las plantas alucinógenas están fiscalizados, no las plantas en sí. Y en países donde sí lo están, como los Estados Unidos, está emergiendo un movimiento social que pide la descriminalización, cosa que ha ocurrido ya, de hecho, en algunos estados y que, como ocurriera antes con la marihuana, está produciendo un efecto de reacción en cadena que se transmite a otros estados. En Canadá ya se venden, en las tiendas, hongos psilocibios y el gobierno ha autorizado el uso con fines compasivos (para pacientes que han fracasado con otras medicaciones) de los alucinógenos. Para el resto del planeta, las ceremonias con ayahuasca, hongos psilocibios o peyote, están en pleno proceso de expansión globalizada (con sus pros y sus contras, como todo). Los métodos de cultivo baratos y caseros son de fácil acceso para todo el mundo, y la diversidad de drogas no fiscalizadas disponible en las redes informales de tráfico (gracias a la prohibición, que ha agudizado el ingenio de la sociedad, se han ido creando nuevas drogas cuando las antiguas eran fiscalizadas), es la mayor de toda la historia de la humanidad. Así que, por este lado, aunque sigue habiendo arrestos y persecuciones puntuales, la cosa se ha salido tan de madre que, en realidad, ya no hay vuelta atrás. Solo falta resolver qué ocurrirá en esta carrera hacia adelante, en la que, al menos para el caso de la ayahuasca, el peyote y la iboga, los recursos vegetales son limitados y puede que no den para abastecer a todas las personas interesadas en ellos. Queda aquí un elemento abierto para la reflexión.

Por otra parte, nos encontramos con que los principios activos fiscalizados en las listas más restrictivas, como son la LSD, la psilocibina, la mescalina, la DMT o la MDMA, por poner los ejemplos más notorios,

están siendo objeto de investigación científica y, algunos de ellos, como es el caso de la psilocibina para el tratamiento de la depresión, o de la MDMA para el trastorno de estrés postraumático, están en fases tan avanzadas de desarrollo que se espera que, para 2023/24, estén disponibles ya para uso clínico. Nos encontraremos entonces con la paradoja de que, por la misma sustancia que uno puede cultivar en su casa o comprar en la web profunda a precios irrisorios, habrá que pagar un dineral si quieres que te la administre un psiquiatra. Esto lo estamos viendo ya con la ketamina para el tratamiento de la depresión. Un vial de ketamina o de S-ketamina (el racémico que también se utiliza en clínica) cuesta apenas 2 euros, y hay para varias decenas de dosis terapéuticas. Su equivalente como medicamento autorizado para la depresión cuesta unos 5.000 euros. El mismo principio activo, con diferente preparación farmacéutica y disparado de precio. Por ello, la mayoría de los centros de tratamiento con ketamina, al menos en España, siguen utilizando la ketamina «de toda la vida», por razones obvias. Incluso, ya empieza a emerger una tercera vía para el caso de drogas de fácil acceso, como la MDMA, la psilocibina o la propia ketamina: centros en los que son los pacientes los que llevan la sustancia comprada por ellos mismos y la toman en la consulta bajo supervisión.

Será interesante ver cómo se resuelven entonces todas estas tensiones: por una parte, como ya se ha dicho, la globalización de las ceremonias con plantas tradicionales; por otra, la medicalización de los alucinógenos fiscalizados y, por último, un posible uso de los mismos principios activos que se autoricen, pero obtenidos en el mercado ilícito por resultar más baratos. En un mundo racional, esperaríamos que estas

tensiones se resolvieran racionalmente, generando tantas posibilidades como fenómenos existan, y en las que se primase la seguridad de los pacientes o participantes en ceremonias. En un mundo como en el que vivimos, o sea, irracional, no será posible otra cosa que ver colectivos pidiendo la persecución penal de otros colectivos, corporativismos que se erigirán como hegemónicos frente a otros (los que los hegemónicos decidan que no deben ser hegemónicos), noticias sensacionalistas en los medios atacando unas formas de hacer y reconociendo las opuestas como las únicas legítimas, y políticos incapaces de comprender la complejidad de estos problemas, aplicando con contundencia soluciones demasiado simples a temas complejos, generando más daño que beneficio. En definitiva, nada que ya no sepamos, habiendo visto la gestión que se viene haciendo en España de problemas parecidos, desde la legalización del cannabis para usos médicos hasta la gestión de la pandemia de la covid19. Sea como fuere, lo que nos depare el futuro, desde luego, va a ser fascinante en el terreno social. Falta por ver si en el terreno político-administrativo se estará a la altura. Y cuántas víctimas habrá antes de que eso ocurra, cuando ocurra, si es que ocurre.

Por eso es tan pertinente en estos momentos un libro como este, que no trata de asuntos sociales, sino que nos pone al día sobre el conocimiento científico actual del funcionamiento de todas estas sustancias, a las que tantos nombres se les han buscado, sin que ninguno guste a todos. En este libro, sobre una disciplina tan ardua como es la farmacología, el joven psicólogo y farmacólogo Genís Oña, hace un abordaje divulgativo, ameno y, hasta donde el tema lo permite, comprensible, de la farmacología, psicofarmacología y neurofarmacología de los

alucinógenos. Comprender la farmacología de los alucinógenos es comprender la esencia de lo que nos hace humanos: seres capaces de experimentar esas sensaciones inefables con las que iniciaba este prólogo. Los alucinógenos nos permiten acceder a espacios de la realidad inusitados, convirtiéndose así en fuente de conocimiento, no de psicopatología. Así es como se han venido utilizando desde tiempos inmemoriales, y así es también la vía más interesante de uso contemporáneo. No deja de ser paradójico que, al reconocerse el valor terapéutico de los alucinógenos (una vez demostrada su seguridad y eficacia como medicamentos para tratar problemas de salud mental), lo que se está reconociendo implícitamente es el valor terapéutico de las alucinaciones. Y, a lo mejor, en paralelo, se empieza a tener una visión menos patológica de algunas experiencias psicológicas humanas que actualmente se consideran enfermedades, a pesar de no contar con pruebas sobre su fisiopatogenia.

En este sentido, Genís Oña nos guía, además maravillosamente, por el sendero de la investigación farmacológica y sus derroteros. Cómo, en los años en los que se consideraba a los psikedélicos como sustancias inductoras de psicopatología, se buscaban, en la neurofarmacología de los mismos, los mecanismos por los que producían efectos psicológicos aberrantes (se buscaba entonces la causa de enfermedades como la esquizofrenia). Hoy en día ha cambiado mucho el panorama y nos encontramos con estudios donde los alucinógenos mejoran la conducta prosocial, o contrarrestan los mecanismos neurobiológicos de la ansiedad. Entonces, hemos pasado de buscar las bases de la psicopatología humana, a explorar las bases de sus mecanismos de curación. Lo curioso del

asunto es que los mecanismos son los mismos y, lo que varía, es la forma en la que se los contempla. Antes eran los mecanismos por los cuales nuestro cerebro fabricaba la esquizofrenia y hoy son los que pueden curar la depresión. La investigación científica de los alucinógenos muestra mejor que ningún otro ejemplo cómo la ciencia no es tan objetiva como algunos pretenden, sino que está tan imbricada en el contexto social como cualquier otra actividad humana. Aquello para lo que el contexto social decida que sirven los alucinógenos, guiará su investigación farmacológica, para llegar a mostrarnos cuáles son sus bases neurobiológicas.

Pero ¿por qué un libro de farmacología de los alucinógenos? ¿Qué tiene de interés la farmacología como para dedicarle un libro de divulgación? Más allá de lo que el autor ya comenta en su «Introducción», esto es, que, aunque no hablemos en nuestras conversaciones habituales de mecanismos de acción de los fármacos, los medicamentos forman parte de nuestra vida cotidiana, y que nunca está de más saber algo de lo que hacen con nuestro cuerpo (y de lo que hace nuestro cuerpo con los medicamentos), en el caso de las drogas alucinógenas, el interés, en mi opinión, es extremo. Estamos hablando de sustancias con un efecto mínimo sobre el cuerpo que inducen un estado máximo sobre la conciencia. Las drogas alucinógenas son ese nexo entre lo extremadamente material (nuestro cuerpo) y lo extremadamente espiritual (nuestra conciencia expuesta de manera absoluta). De alguna manera, los alucinógenos son una suerte de piedra filosofal que, cuando toca una serie de receptores cerebrales, produce una transformación asombrosa de la realidad, en la cual, en el plano subjetivo, lo espiritual se separa de lo físico. La experiencia

subjetiva con alucinógenos es pues extremadamente espiritual: en su efecto álgido, el cuerpo desaparece y queda solo, a merced del devenir, el espíritu en su más radical esencia. Un espíritu sintiente, sapiente y que comprende. Para las culturas indígenas, los alucinógenos son el vehículo para adentrarse en un territorio espiritual que es tan real, si no más, que la realidad misma, de donde surgen los mitos, las cosmogonías y el conocimiento de los orígenes de la enfermedad y sus fuentes de corrección, donde los chamanes ejercen sus actos médicos. Sus conceptos de salud y de enfermedad no tienen nada que ver con los nuestros. Y, siendo tan espiritualmente iletrados los occidentales, estas sustancias nos permiten acceder a comprensiones acerca de la naturaleza de la realidad que luego pueden servirnos en nuestra vida cotidiana, tanto en el plano terapéutico, como ontológico y trascendental (uno de los usos que se está recuperando de los psiquedélicos es precisamente en pacientes con enfermedades terminales, para prepararlos en el afrontamiento de la muerte). Si esto es así, entonces el conocimiento de la farmacología de los alucinógenos consiste en tratar de entender los mecanismos por los que se produce el conocimiento mismo. Se podría decir que la farmacología de los alucinógenos es en realidad una disciplina filosófica que se estudia por medio de métodos científicos propios de la psicología y la biología.

La farmacología es la ciencia que estudia los efectos de las drogas en el organismo. En el caso de las drogas alucinógenas, hay dos subdisciplinas de especial interés: la psicofarmacología, que es el estudio de los efectos sobre la conducta, y la neurofarmacología, que es el estudio de los efectos sobre el sistema nervioso. En el primer caso, el estudio

se realiza mediante herramientas desarrolladas por la psicología, como cuestionarios psicométricos y, en el segundo, con herramientas provenientes de la neurología (estudio de receptores y mecanismos de acción). Es una ciencia compleja, pues relacionar procesos psicológicos con mecanismos neurobiológicos no es tarea fácil. Aparte del riesgo de tratar de explicar fenómenos pertenecientes a diferentes niveles de análisis, unos con las categorías de los otros. El ejemplo más actual es el del famoso constructo de Red Neuronal por Defecto, tan de moda en la neurociencia actual en general, y en la de los alucinógenos en particular. Dejo a los lectores llegar a la parte correspondiente en este libro, para que comprueben lo fácil que es caer en ese tipo de sesgos, y cómo el autor lo resuelve tan certeramente. Y, como este ejemplo, otros tantos sobre los que solo una persona con formación mixta en psicología y farmacología, acompañada de una gran experiencia en el terreno empírico experimental, puede llamar nuestra atención y esclarecerlos.

En este sentido, Genís ha sido capaz de colocar cada explicación en su nivel de análisis correspondiente, evitando así los reduccionismos que son tan propios de este campo. En un contexto en el que la biomedicina está copando las agendas y presupuestos de investigación, aun siendo su aplicación clínica extremadamente limitada en comparación con otros abordajes, basados principalmente en la salud pública o en prácticas sociales y comunitarias, el autor ha querido reflexionar sobre su alcances y limitaciones y dedicar unos capítulos finales a la reducción de riesgos en el uso de alucinógenos y en el reconocimiento que se debería tener hacia las sociedades tradicionales, que son, en definitiva, las

descubridoras de muchos de estos compuestos. Si en nuestra sociedad establecemos las relaciones mente/cerebro de acuerdo con los avances en paralelo tanto de la neurobiología como de la psicología, un campo de interesantísimo valor será conectar, además, estas disciplinas con el conocimiento tradicional indígena en relación a las plantas y compuestos alucinógenos. En su imprescindible libro *Consiliencia*, la unidad del conocimiento, el biólogo, recientemente fallecido, Edward O. Wilson ya apuntaba en esa dirección, utilizando precisamente la ayahuasca y una de sus expresiones culturales más conocidas, el arte del pintor peruano mestizo Pablo Amaringo, como ejemplo.

En definitiva, un campo a priori arduo, que se torna atractivo cuando comprendemos que conociéndolo podremos entender las claves que nos permitirán atravesar velos para adentrarnos cada vez más profundamente en el conocimiento de lo que es la esencia del ser humano. Los alucinógenos, como ya decían escritores como Aldous Huxley o químicos como Alexander Shulgin, son herramientas incomparables para conocer las relaciones mente/cerebro. Y la disciplina que se ocupa de dicho estudio es la farmacología. Los últimos veinte años han sido vertiginosos en cuanto al desarrollo y avance en el conocimiento de la farmacología de los alucinógenos, pero este conocimiento solo se encuentra presente en las revistas científicas, no llegando al público general. Por eso es este libro tan pertinente en este momento. Necesitábamos un traductor/compilador que bajase a la tierra lo que está en ese mundo inaccesible de la literatura científica, y eso solo se consigue satisfactoriamente si, en quien lo hace, se conjugan el conocimiento científico y la

sensibilidad humanista, de tal forma que la abstracción científica pueda comprenderse en su contexto social. En el caso de Genís Oña, se conjugan estos dos conocimientos, alejándose de las explicaciones literales y reduccionistas, no evitando la complejidad del fenómeno y haciendo interpretaciones precisas de los datos.

No era fácil de escribir este libro, si no se quería traicionar el objetivo de hacerlo para todos los públicos. Mis felicitaciones al autor. Creo que puede sentirse satisfecho del resultado. Posiblemente este no sea el libro, a priori, más atractivo de esta colección. Un título con un «palabro» técnico puede echar para atrás al lector distraído. Pero si una persona inquieta busca conocer los procesos que median entre la materia y el espíritu, cómo se han ido descubriendo esos procesos, qué implicaciones filosóficas y terapéuticas tienen y, sobre todo, actualizarse sobre el nivel de conocimiento que se tiene ahora sobre los mismos y su relación con las drogas *psíquedélicas* o alucinógenas, este es su libro. No puedo más que enorgullecerme por haber sido requerido para prologarlo por el autor, único investigador independiente en España que actualmente está administrando alucinógenos en contextos clínicos para estudiar su farmacología y su potencial terapéutico. Quien, además de ser un infatigable colaborador, es un buen amigo. El currículum, por cierto, en cuanto a publicaciones científicas de Genís en revistas de impacto, supera al investigador medio, y más en un campo tan complicado como lo ha sido, hasta hace relativamente poco, el de la investigación *psíquedélica*. Este libro supone pues un pequeño éxito más en su ya brillante carrera, de la que estoy seguro que todos y todas nos sentiremos orgullosos en el futuro, aún más de lo que ya lo

estamos ahora. Investigadores como él son ejemplo a seguir para esta generación que viene, que es la suya, para tomar el relevo de la investigación *psiquedélica*.

José Carlos Bouso
Director Científico de la Fundación ICEERS -
International Center for Ethnobotanical Education,
Research & Service.



BREVE INTRODUCCIÓN A LA FARMACOLOGÍA

El resultado más importante del estudio racional de la naturaleza es la comprensión de la unidad y de la armonía en medio del inmenso agregado de cosas y de fuerzas.

Alexander von Humboldt

La farmacología es una palabra asociada a un determinado campo de estudio bastante técnico. Se tiende a entender por «farmacología» una ciencia complicada, dedicada al estudio de los medicamentos y sus efectos, lo cual, ciertamente, no es algo muy cotidiano. No discutimos con nuestros amigos o familiares sobre la farmacocinética¹ o sobre la

¹ Es el área de la farmacología que se dedica al estudio de la absorción, la distribución, el metabolismo y la eliminación de un fármaco en el organismo. Puede decirse que la farmacocinética estudia lo que ocurre con un fármaco desde que ingresa en un organismo hasta que es totalmente eliminado. Se resume en: «qué le hace el cuerpo al fármaco».

unión a receptores de esta o aquella sustancia. Sin embargo, los fármacos, en su sentido más general están ampliamente presentes en nuestra sociedad. Y no únicamente en la nuestra, sino que encontramos evidencias del uso de fármacos en todas las sociedades humanas a partir de la historia escrita. ¿No es extraño, entonces, que los conocimientos respecto a estos productos de uso tan extendido no estén en manos de todo el mundo? En este libro se pretende conseguir precisamente eso. No trataremos de que los lectores y lectoras se reafirmen en la opinión general de que la farmacología es algo complicado. Al contrario: haremos que se familiaricen con ella de una forma mucho más amable.

El término «psicodélico» se utiliza para hacer mención a un grupo de sustancias y productos² con efectos, precisamente, psicodélicos. Estas sustancias pueden ser sintéticas (LSD, ketamina) o naturales (hongos de los géneros *Psilocybe* o *Amanita*, ayahuasca), y lo cierto es que es difícil definir estos efectos de tipo psicodélico. Generalmente se caracterizan por distorsiones en los sentidos (puede que se escuche mejor, más detalladamente, o que se observe que una pared se mueve como si «respirase»), modificaciones del pensamiento (puede aumentar la velocidad de pensamiento o la creatividad),

² Aquí contraponemos los términos «sustancia» y «producto». En inglés, el término *substance* (sustancia) se utiliza para referirse a principios activos sintéticos o semisintéticos (LSD, dimetiltriptamina o DMT) mientras que *product* se refiere al producto natural del cual pueden ser extraídos o no. De esta manera, podemos decir que la ayahuasca es un producto del cual pueden extraerse sustancias (DMT), o que la MDMA o éxtasis es una sustancia muy potente.

o cambios muy repentinos e intensos en el estado de ánimo (pudiendo romper a llorar desconsoladamente y al minuto siguiente desternillarse como hacía tiempo que no se hacía). A dosis elevadas también son frecuentes las experiencias cumbre, en terminología de Abraham Maslow (experiencias que permiten trascender la percepción habitual de la propia persona y de su entorno). Maslow (1908-1970) fue un psicólogo norteamericano fundador de la psicología humanista y, cuando hablaba de las experiencias cumbre, hacía énfasis en la armonía. En esos estados es usual sentirse en armonía con uno mismo y con la existencia. La percepción del tiempo y el espacio se atenúa y se siente un profundo bienestar.

En definitiva, con este libro sobre la farmacología psicodélica, se pretende explicar cómo funcionan las sustancias psicodélicas, cómo es posible que desplieguen unos efectos tan dramáticos sobre la percepción y el pensamiento y qué hacen estas sustancias a nuestro cerebro. Estas son algunas de las preguntas a las que intentaremos dar respuesta desde la perspectiva de la farmacología.

INTRODUCCIÓN ETIMOLÓGICA

En este libro no creemos necesario ahondar mucho en el origen etimológico de la palabra psicodélico, ya que otros libros de la misma colección lo abordan con mayor detalle. No obstante, sí cabe mencionar su significado literal, pues resulta ciertamente interesante. Está formada a partir de las palabras griegas *psykhé* (alma, mente) y *delóo* (manifestar, revelar), por lo que todo aquello psicodélico sería lo que permite revelar la propia alma o la propia mente.

En cuanto al origen de la palabra farmacología, nos vamos a detener un poco más para comentar su fascinante etimología. En primer lugar, en griego clásico *phármakon* significa droga. Lejos de la acepción con claras connotaciones peyorativas que esta palabra tiene actualmente en nuestra cultura, originalmente el término era mucho más neutro, y por ello más complejo. De hecho, un término casi idéntico y seguramente anterior es *pharmakós*, que significa «chivo expiatorio». *Pharmakós* era el nombre con el que se denominaba a alguna persona que iba a someterse a algún tipo de sacrificio. Hay que recordar que estos sacrificios no siempre resultaban letales; podía tratarse de exilios, lapidaciones u otros castigos tormentosos, aunque el término hacía referencia a todas las «víctimas» de cualquiera de estas prácticas, constituyendo todas ellas parte de una especie de ritual de purificación. Cuando la comunidad se veía azotada por catástrofes o sequías, o algunos individuos eran víctimas de graves enfermedades, tales acontecimientos se interpretaban como desregulaciones en el delicado equilibrio entre humanos y dioses, lo que imponía la necesidad de reajustar dicha armonía ofreciendo a los dioses los *pharmakoi* (plural de *pharmakós*), quienes cargaban con todas las impurezas (o miasma) del pueblo. En otras palabras, se reunía y concentraba «todo lo malo» para posteriormente destruirlo. Pero ¿qué relación tenían los *pharmakoi* con las drogas o *phármakon*? Aunque se trata de poco más que conjeturas, algunos autores sugieren que, una vez los sacrificios y otras prácticas cedieron el paso a la clásica racionalidad griega –incluyendo la medicina hipocrática– allá

por el siglo v a.C., la personalización de los males de la comunidad para su posterior sacrificio ya no se consideró imprescindible. De hecho, ese acto mágico pasó a concebirse como una práctica propia de charlatanes. El pharmakós personalizado en una pobre víctima que iba a ser sacrificada pasó a ser un phármakon impersonal (un preparado botánico, por ejemplo) capaz de «purificar» un cuerpo sin necesidad de que otro sucumbiera en el proceso.

Curiosamente, otra palabra similar en griego (aunque su relación con phármakon está menos clara) es pharmasso, que significa «templar el hierro», es decir, cuando este, al rojo vivo, se sumerge en agua fría. «Templar» tiene un inequívoco significado en términos psicológicos, siendo sinónimo de sosegar, calmar. En este sentido, puede que en algún momento se asociaran los efectos de los phármakon (como mínimo cuando se empleaban sustancias como el opio) con la acción de «templar» el hierro. Asimismo, otro concepto cercano es pharmak, que está formado por una primera parte (Phar) que podría derivar de la raíz indoeuropea bher (que significa «trasladar», «llevar») y una segunda parte (mak), también de raíz indoeuropea, que significa «poder». En tal caso, la raíz posiblemente más antigua del término «fármaco» se estaría refiriendo a una sustancia con el «poder» de «trasladar» (las impurezas).

Respecto al término phármakon en sí, su significado no se limitaba al concepto de droga, como hemos visto, exclusivamente. Con phármakon uno podía referirse a medicinas, venenos o remedios. Y es que a veces la diferencia, tan (supuestamente) evidente hoy en día, entre un remedio y un veneno, no estaba tan clara. Como diría siglos después

Paracelso³, puede que dicha diferencia solo sea una cuestión de dosis. Por tanto, la palabra *phármakon* no tenía las mismas connotaciones negativas que actualmente tiene para nosotros la palabra droga. Hacía referencia únicamente al vehículo químico mediante el cual se pretende intervenir sobre funciones del organismo.

PRINCIPALES CONCEPTOS FARMACOLÓGICOS

Para hablar sobre las propiedades farmacológicas de las sustancias o productos psicodélicos necesitamos mencionar algunos conceptos algo técnicos. Los iremos encontrando a lo largo del libro, por lo que dedicamos las siguientes líneas a describirlos brevemente. No obstante, en el final de este libro puede encontrarse un glosario de palabras o conceptos técnicos que puede consultarse en cualquier momento.

SISTEMA NERVIOSO

Antes de entrar en materia propiamente farmacológica, es necesario introducir brevemente el «campo de juego», es decir, el sitio donde todas las reacciones o procesos que vamos a mencionar van a tener lugar. Este es nuestro sistema nervioso. Este está compuesto por el sistema nervioso central (SNC) y el sistema nervioso autónomo (SNA).

³ Nacido en 1493, fue un alquimista, médico y astrólogo suizo, experto en toxicología. Paracelso fue de hecho el nombre que él mismo se inventó, y significa «igual o semejante a Celso», quien fuera uno de los más influyentes médicos romanos que vivió en el siglo I d. C.

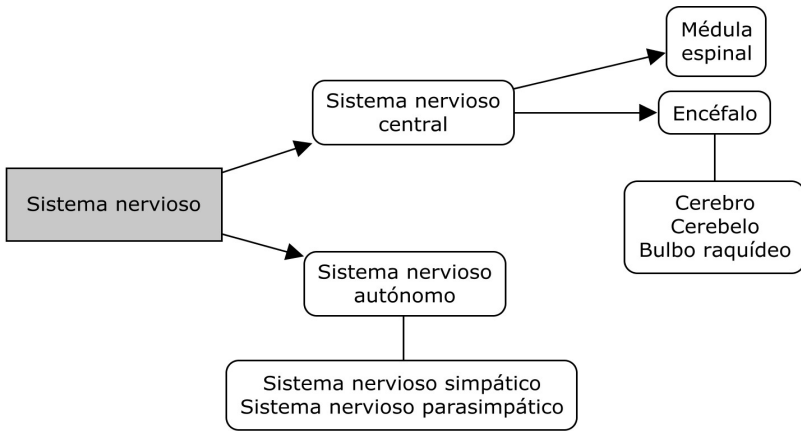


Figura 1. Visión esquemática del sistema nervioso. Este se divide en sistema nervioso central (SNC) y sistema nervioso autónomo (SNA). El SNC incluye la médula espinal y el encéfalo, y este último al cerebro, cerebelo y bulbo raquídeo. El SNA incluye el sistema nervioso simpático y el parasimpático.

El SNC está compuesto por el encéfalo y la médula espinal. Ambas estructuras están protegidas por el cráneo y por la columna vertebral respectivamente, lo cual ya nos informa de su importancia crucial. En el SNC es donde se van a coordinar la mayoría de las funciones del organismo, y donde se encuentran las estructuras sin las que pocas de estas funciones serían posibles. Formando parte del encéfalo encontramos el cerebro, cerebelo y bulbo raquídeo. En el cerebro es donde se llevan a cabo funciones tan complejas como la integración de información sensorial, procesamiento de información, o procesamiento emocional, entre muchas otras. Está constituido por dos zonas claramente distinguibles por sus colores: materia gris y materia blanca. La primera corresponde a conjuntos de cuerpos neuronales, mientras que la materia blanca

corresponde a fibras nerviosas que conectan estos cuerpos neuronales. Las funciones superiores, como el razonamiento o la planificación, parecen localizarse mayoritariamente en la corteza del cerebro, un amplio manto de unos 3 mm de grosor que recubre toda la superficie del cerebro. Regiones o neuronas que se encuentran bajo esta corteza se denominan subcorticales.

Las regiones evolutivamente más antiguas del cerebro son aquellas que se encuentran en un lugar más profundo, y se denominan estructuras límbicas o cerebro límbico, mientras que las regiones de aparición más reciente, desde un punto de vista evolutivo, se encuentran más próximas a la corteza, siendo la neocorteza la estructura de más reciente desarrollo. Cabe destacar que, aparte de estas regiones y estructuras, el cerebro es un órgano dotado de una remarcable plasticidad, de modo que él mismo se va «construyendo» en correspondencia al desarrollo del propio individuo y de sus experiencias.

El cerebelo ha estado clásicamente asociado a funciones motoras, aunque también desempeña funciones cognitivas y sensoriales destacables. El bulbo raquídeo se encuentra en la base del cerebro, y es una zona de conexión entre este y la médula espinal. También se encuentran en esta estructura muchos núcleos responsables de las funciones automáticas del cuerpo, como la respiración o el latido cardíaco. En el bulbo raquídeo se encuentra una importante densidad de receptores opiáceos, y es por ello por lo que una sobredosis de esta clase de drogas puede comprometer la vida del consumidor/a, pues, si la actividad de estos núcleos se inhibe con la suficiente intensidad,

pueden interrumpirse procesos automáticos como los mencionados anteriormente.

El SNA se llama autónomo precisamente porque coordina funciones que generalmente se encuentran fuera del alcance de nuestra voluntad o incluso de nuestra conciencia. Lo constituyen básicamente los nervios que conectan el SNC con el resto de nuestro cuerpo, con el fin de que aquel pueda enviar y recibir señales desde cualquier punto de nuestro organismo. Está formado por el sistema nervioso simpático y el parasimpático.

El sistema nervioso simpático está relacionado principalmente con la activación súbita de nuestro organismo en situaciones de necesidad. Cuando nos encontramos ante algún peligro o situación amenazante, es este el que se encarga de activar los recursos necesarios para salir airosos. Es el responsable, por

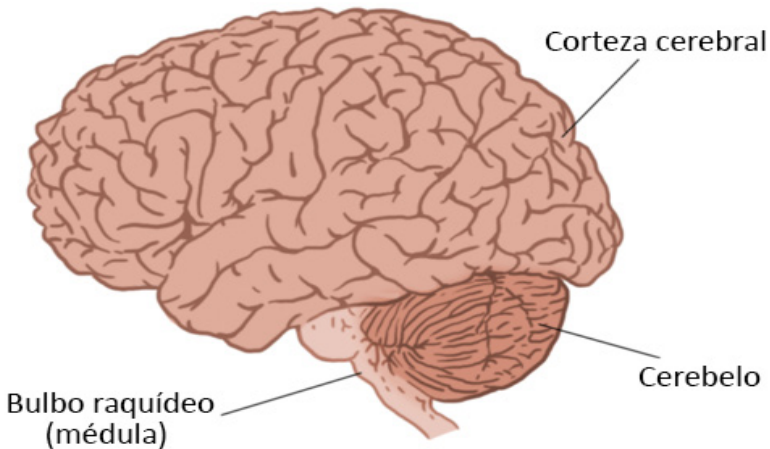


Figura 2. Localización de la corteza cerebral (que recubre en realidad toda la superficie del cerebro), el cerebelo, en la parte posterior, y el bulbo raquídeo, que se encuentra en la base del cerebro.

ejemplo, de vaciar la vejiga, de enviar más sangre a las extremidades para poder correr más, de liberar más adrenalina para soportar mejor un posible dolor, etc. En definitiva, prepara al organismo para reacciones de lucha o huida.

En cambio, el sistema nervioso parasimpático tiene la función opuesta. Su activación se asocia con una mayor relajación o la inducción de un estado de reposo, por ejemplo, mediante la disminución de la frecuencia cardíaca.

NEURONAS, SINAPSIS Y POTENCIAL DE ACCIÓN

Las neuronas son las células específicas del sistema nervioso. Pese a que este sea una de las entidades conocidas más complejas del universo, afortunadamente, las neuronas, las pequeñas piezas de las que está constituido, se pueden entender de forma relativamente simple. Para empezar, la neurona puede estar encendida o apagada, como un interruptor. Esos son sus dos únicos estados, no hay una posición intermedia.

La función de la neurona es recibir y enviar información. Su estructura está diseñada de forma precisa y elegante para cumplir con tal fin. Contiene tres partes fundamentales: el cuerpo celular, las dendritas y el axón. El cuerpo celular es bastante parecido a cualquier otra célula, compartiendo algunas de sus estructuras, como el núcleo celular. Las dendritas son pequeños apéndices que se extienden a partir del cuerpo celular y acometen la misión de recibir información de su entorno directo. En cuanto a los axones, estos son apéndices mucho más largos, que se ocupan específicamente

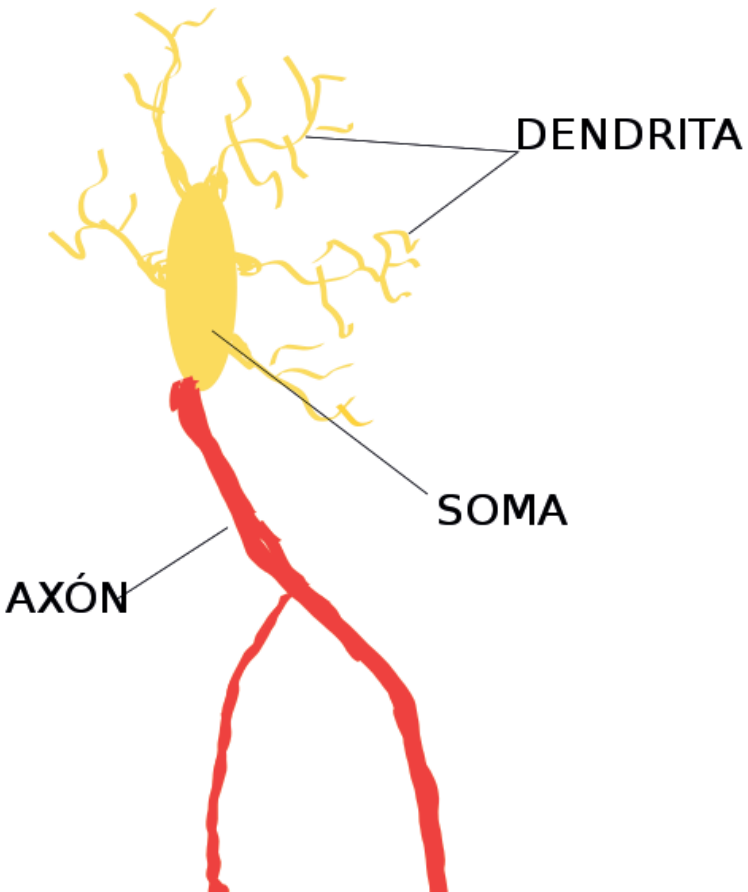


Figura 3. Esquema básico de una neurona.

de la transmisión de información hacia otras neuronas o células. En ocasiones, estos axones pueden ser tan largos como para cubrir la distancia entre la médula espinal y los dedos de los pies. La ballena azul necesita, por ejemplo, un axón de nueve metros para poder mover su barba.

Las neuronas se organizan en circuitos o redes locales que además están en constante comunicación con regiones lejanas, de modo que se asemeja bastante a nuestra actual red de carreteras: múltiples circuitos de carreteras locales o autonómicas que además están ampliamente conectadas mediante autovías y autopistas con localidades lejanas.

Cuando un cuerpo neuronal recibe información de otra célula (generalmente, aunque no de forma exclusiva, a partir de sus dendritas), se produce una sinapsis. La sinapsis no es más que la conexión intercelular que permite una comunicación efectiva. Se calcula que cada neurona está conectada de forma relativamente directa con 1.000 neuronas más, aunque es un número difícil de estimar. Cabe añadir, no obstante, que el mecanismo mediante el cual se produce esta comunicación es el potencial de acción. Siguiendo con la metáfora de las carreteras, la sinapsis sería el asfalto, mientras que el potencial de acción es el vehículo que circula por el mismo. Explicaremos el potencial de acción más detalladamente.

El potencial de acción es el «disparo» de energía eléctrica que permite la comunicación neuronal.

Todas las neuronas están recubiertas por una membrana que no solo separa el interior de la neurona del exterior, sino que también está cargada eléctricamente. La mayor parte del tiempo el interior de la neurona tiene una carga ligeramente más negativa respecto al exterior (-70 mV). Esta ligera negatividad define el estado de reposo de la neurona (recordemos el interruptor). Cuando está apagada, también hay mayores concentraciones de potasio en relación a las de sodio y calcio en su interior con respecto al exterior.

Cuando la neurona no está en reposo y pasa a estar «encendida», se produce un cambio en algunas de sus propiedades que permite que pequeñas cantidades de sodio (que tiene una carga positiva) accedan a su interior. El resultado es que el interior de la neurona es progresivamente más positivo que el exterior (hasta llegar alrededor de $+40$ mV). En ese momento es cuando se entra en la fase denominada de despolarización (precisamente porque hay un cambio en la polaridad) y se produce un potencial de acción. En una décima de segundo, el potencial de acción se desvanece, hay una repolarización

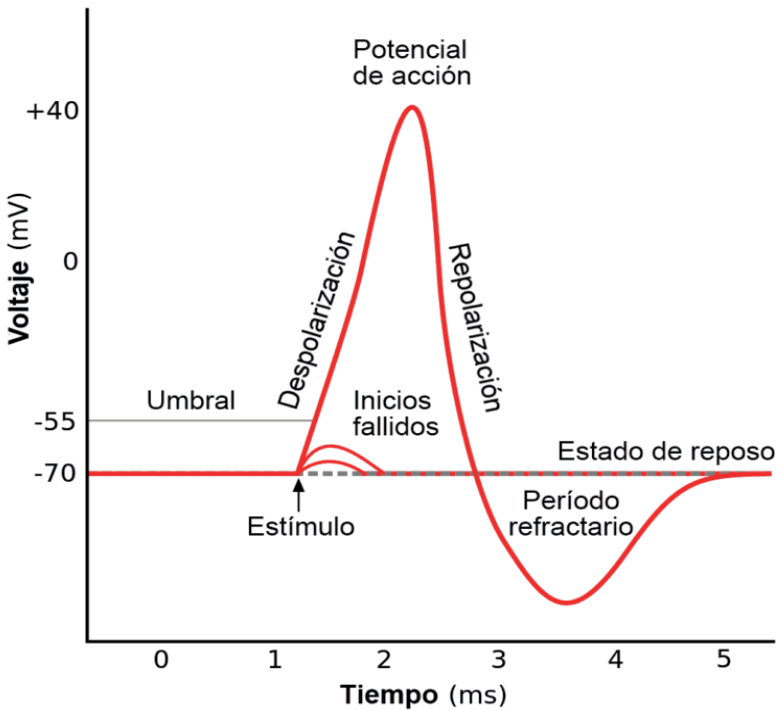


Figura 4. Fases del potencial de acción.