

Artículo

M^a ÁNGELES DEL BRÍO LEÓN

Bioética y Neurociencia: Neuroética

► M^a Ángeles del Brío León. Profa. Facultad de Medicina. Universidad de Oviedo. Master en Bioética y Derecho UB.

Resumen

La manera de entender la ciencia y la tecnología actual, propia de una sociedad democrática, ha cambiado con respecto a la visión clásica. Dos de las características que destacan en este nuevo modelo son, la dimensión universal que han tomado en el mundo globalizado y el fomento del diálogo entre la ciencia y sociedad. En ambos casos se precisa crear y promover principios y normas éticas que obliguen a orientar las investigaciones y el acceso equitativo a sus beneficios, así como despertar la credibilidad de los ciudadanos.

Centrándonos en las investigaciones y aplicaciones tecnológicas que se dedican al estudio del Sistema Nervioso Central (SNC), la trascendencia del conocimiento científico que pueda generarse en torno al cerebro humano, bien sea biológico o bien relacionado con la salud, obliga a los neurocientíficos a prepararse adecuadamente en Bioética para saber manejar, con cierta garantía, los aspectos éticos, sociales y legales de estas investigaciones, las cuales prometen muchos beneficios pero también pueden conllevar algunos riesgos.

La Universidad como institución autónoma con independencia moral y científica fuera de todo poder político y económico, generadora de conocimiento y centro de formación de investigadores, debería preocuparse de fomentar entre sus investigadores los conocimientos, las habilidades y las actitudes propios de la Bioética, con el fin de cumplir el Art. 2 sección C de la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos (2005) *"Promover el respeto de la dignidad humana y proteger los Derechos Humanos, velando por el respeto de la vida de los seres humanos y las libertades fundamentales, de conformidad con el derecho internacional relativo a los derechos humanos"*.

Palabras clave

Bioética; Cerebro; Neurociencia; Neuroética.

Abstract

The way we understand present day science and technology, as befits democratic societies, has changed when compared to former received views. Two outstanding features of this new perspective are the universalised dimension that those fields have developed in our globalised world, and the promotion of an interaction between Science and Society. In both cases it becomes necessary to create and encourage some ethical principles and rules. These should both bring about guidance for research and awaken people's credibility.

Focussing on research and technological applications aimed at the study of the Central Nervous System (CNS), the relevance of any scientific knowledge about the human brain that may be generated, whether biological or health-related, obliges neuroscientists to obtain proper training in Bioethics. They will thus learn how to handle, with some degree of accuracy, the ethic, social and legal aspects of their research, which is very promising in terms of benefit but may also involve some risks.

Universities are autonomous institutions that enjoy ethical and scientific independence, far from any kind of political or economic power. They generate knowledge and they are in charge of training researchers. They should therefore care to promote the knowledge, the abilities and the attitudes that characterise Bioethics with a view to enforcing Article 2, section c of the Universal Declaration on Bioethics and Human Rights (2005) which reads: *"To promote respect for human dignity and protect human rights by ensuring respect for the life of human beings, and fundamental freedoms, consistent with international human rights law."*

Key words

Bioethic; Brain; Neuroscience; Neuroethic.

► Índice

- I.- Introducción: Estado actual de la Neurociencia.
 - I. a.- El cerebro humano y la conciencia.
 - I. b.- Implicaciones del genoma en el cerebro.
 - I. c.- Enfoque médico.
 - I. d.- Proyectos en marcha.
- II.- Aspectos bioéticos de la investigación en neurociencia.
- III.- Aspectos bioéticos de la investigación clínica en neurociencia.

- IV.- ¿A dónde pueden conducirnos los nuevos conocimientos?
 - IV. a.- Los relacionados con aspectos íntimos de la vida como los pensamientos y las conductas humanas.
 - IV. b.- Los relacionados con diagnósticos relativos a la predisposición para padecer enfermedades mentales y posibles tratamientos.
- V.- Conclusiones
- VI.- Bibliografía

► I. Introducción. Estado actual de la Neurociencia

El interés manifestado por la sociedad en conocer cómo funciona el SNC y especialmente el cerebro de los seres humanos, productor de la mente y el comportamiento humano, obliga a los neurocientíficos a prepararse, no solamente en el campo científico y tecnológico, sino también la adquisición de conocimientos provenientes de otros campos que les ayuden a interpretar sus investigaciones, ya que el cerebro humano, no es solamente el resultado de una herencia de millones de años de evolución biológica, sino que también es fruto de la educación, el contexto cultural y la trayectoria vital del individuo.

I. a. El cerebro humano y la conciencia

El cerebro humano, órgano asociado tanto a la interiorización como a la misteriosa unicidad de cada individuo, supone un gran salto en un proceso evolutivo especial que comenzó hace aproximadamente dos millones de años, pero que experimentó una expansión importante hace unos 150.000 años. Todo ello encaminado a producir un incremento de la masa cerebral, a crear cerebros más grandes y complejos (1) mejorando sus sistemas de información, tanto del mundo exterior como interior, diversificando su capacidad de respuestas y, sobre todo, incrementando las unidades de procesamiento.

Las investigaciones en cerebros de animales, han demostrado con mucha claridad que la capacidad de percibir y tener vivencias, no aparecieron en el mundo con el hombre, sino que muchísimos animales la poseen. Pero la versión humana de la conciencia, aquella que permite saber que existimos, quienes somos y qué pensamos, es la característica más extraordinaria, singular, fundamental y misteriosa del ser humano. Cuando falta la conciencia, el punto de vista personal queda privado de sus funciones. Sin conciencia, es decir sin una mente dotada de subjetividad, no se hubiera originado la memoria, el razonamiento no se habría desarrollado y el lenguaje, la capacidad de creación, el amor o el dolor no serían lo mismo. La humanidad tal y como la conocemos ahora, tampoco habría evolucionado. La conciencia se considera que está hecha de una mente que nos permite ser conscientes, pero aún hay que encontrar las respuestas a ¿de qué está hecha la mente? ¿de dónde viene? Si realmente reside en el cerebro, ¿cómo hace el cerebro la mente?, ¿de qué modo se combina un proceso como la mente con las células y los tejidos? (2)

El siglo y medio de investigaciones acerca de las lesiones cerebrales, así como el trabajo multidisciplinar de los últimos años desde los diferentes campos, acompañado de los avances tecnológicos, están incorporando nuevos da-

tos acerca de las aportaciones que el cerebro, la mente y la conciencia proporcionan a la gestión de la vida. En este sentido quisiéramos destacar la hipótesis propuesta por Damasio (2) acerca del cuerpo como fundamento de la mente consciente, ya que *“en el cerebro se representan los aspectos más estables de la función corporal, en forma de mapas que aportan imágenes a la mente”*

Existe mucha información acerca de la capacidad para construir y conducir nuestro cerebro y con ello de cambiar el comportamiento. Para Dispenza (3) nuestros pensamientos provocan reacciones químicas y a través del proceso de conocimiento y de experiencia podemos cambiar el cerebro. Para este autor *“si cada mañana nos planteáramos cuál es la mejor idea que podemos tener de nosotros mismos, tendríamos otro tipo de mundo”*. El rigor científico obliga a buscar una verdad tan relativa como todas las verdades, pero basada en elementos objetivos.

I. b. Implicaciones del genoma en el cerebro

Actualmente se sabe que el genoma no dispone de suficientes genes para especificar la estructura cerebral y todo lo que sucede en el cerebro, dado que existen miles de millones de neuronas formando sus contactos sinápticos. *Los genes se encargan de un componente cerebral con estructura precisa y de otro componente en el que la estructura precisa todavía ha de determinarse y en ello van a influir, la estructura precisa, la actividad y las circunstancias individuales, es decir, el ambiente humano y físico y el azar, así como las presiones de autoorganización que surjan de la misma complejidad del sistema* (4).

Por otro lado, investigaciones llevadas a cabo en animales de experimentación demuestran que cambios en un solo gen de células cerebrales, alteran la conectividad neuronal y con ello las capacidades cognitivas (5).

Los avances en biotecnología y biomedicina aplicados al conocimiento del cerebro, también tratan de entender el por qué de la evolución especial del cerebro humano y qué fuerzas selectivas intensas promovieron su rápida evolución, mejorando con ello el linaje humano e incluso a relacionar áreas cerebrales como el lóbulo frontal con la autoconciencia (6). Así mismo, y desde el punto de vista de la ética, nos parece importante llegar a comprender mejor, porqué ante el planteamiento y resolución de los dilemas morales, se activan la parte más irracional y emotiva del cerebro (cerebro límbico) y la más racional y cognitiva (7).

Para el investigador Michael S. Gazzaniga (8), director del Centro SAGE de la Universidad de California, dedicado al estudio de la mente, el cerebro humano es un extraño dispositivo puesto en marcha a través de la selección natural para un objetivo principal: tomar decisiones que mejo-

ren el éxito reproductivo. En cuanto a nuestra sociabilidad opina que está profundamente arraigada en la biología y que las interacciones sociales no son más que el comportamiento de los productos seleccionados originariamente para evitar ser comidos por los depredadores. Así mismo, utiliza la biología para explicar la moral, argumentando que ésta ha sido elegida por su valor de supervivencia.

Bajo nuestro punto de vista, obtener respuestas a cuestiones que hasta ahora habían sido cometido exclusivo de filósofos, como ¿quiénes somos? ¿cómo somos? ¿cómo puede ser posible nuestra autonomía?, e incluso ¿cómo realizamos nuestros juicios morales? no va a resultar fácil a través de las investigaciones en el campo de las Neurociencias. Lo que si se logrará, es el acercamiento científico a la comprensión de los mecanismos del cerebro humano. Pero para ello, los neurocientíficos van a necesitar, algo más que las herramientas del laboratorio, ya que cada organismo humano funciona condicionado por su contexto social y cultural (4). Una de las principales ideas de la biología moderna del aprendizaje y la memoria es que la educación, la experiencia y las interacciones sociales afectan al cerebro. (9).

I. c. Enfoque médico

Desde el punto de vista médico, son muchas las esperanzas puestas en los nuevos conocimientos que puedan resultar de las investigaciones sobre el SNC humano. Se espera que puedan; a) esclarecer las diferencias entre el cerebro sano y el cerebro afectado por una enfermedad y que ayuden a comprender y tratar enfermedades neurológicas actualmente incurables, como por ejemplo a curar el Parkinson mediante células madre (10); b) a detectar en estadios más tempranos enfermedades psiquiátricas en las que aún no se conocen las lesiones neurobiológicas, trastornos psicosociales como el autismo, la esquizofrenia, la depresión, la adicción o bien los problemas relacionados con la discapacidad; c) a conseguir validar biomarcadores para las lesión cerebral traumática que ayuden a clasificar a los enfermos; d) técnicas que ayuden a conocer la capacidad cognitiva, a entender mejor los estados de conciencia de personas en coma y en estado vegetativo (EV) y que permitan saber si un paciente en EV y que permitan es capaz de percibir y comprender el lenguaje, así como procesar emociones.

Se habla incluso de poder mejorar la capacidad mental mediante los fármacos, la cirugía o las neuroprótesis. Según los últimos resultados obtenidos a través de la investigación con monos (11) los avances en el conocimiento del cerebro humano podrían incluso potenciar poderes que el ser humano desconoce hasta ahora, como aprovechar las

señales de la actividad cerebral para manejar un brazo ortopédico, o a través de la neurofarmacología moderna, desarrollar sustancias para “sentirse bien” y potenciadores cognitivos que aumenten la capacidad mental y la inteligencia.

Aunque el camino puede ser largo, antes de lograr todas estas posibilidades, es conveniente fomentar el debate social para detectar los posibles conflictos éticos que podrían ocasionar.

I. d. Proyectos de futuro en marcha

Por el momento, para llegar a leer el contenido real de la actividad cerebral o para conocer, comprender y modular los sustratos neuronales responsables de nuestros estados mentales y funciones cognitivas superiores como el razonamiento moral o la consciencia, como señalamos, el camino será largo y exige la implicación de grupos de investigación muy potentes y multidisciplinares. Proyectos como el *Blue Brain Project* y el *Cajal Blue Brain Project* (12), a través de los cuales y con la ayuda de la compañía IBM, se pretende construir un modelo de software que imite la acción de una sección vital de la materia gris del ratón. La idea es, que una vez conocido el funcionamiento del cerebro de los mamíferos, se pueda llegar a construir una copia artificial de su cerebro. Sería construido con silicio y albergado en una supercomputadora. Según los científicos, lo aprendido en el cerebro de la rata les permitirá crear en cuatro o cinco años, un cerebro humano digital en el que se podrá investigar la naturaleza básica de la inteligencia y la conciencia humana. Se conocerá cómo se desarrolla el cerebro, cómo envejece y los mecanismos por los que el ser humano aprende y puede mejorar todas sus capacidades intelectuales. Así mismo, ayudará a diseñar simuladores capaces de reproducir los procesos cerebrales y con ello se podrán estudiar patologías, así como la forma de actuar de los diferentes fármacos disponibles o los que están en fase de investigación.

El proyecto *An atomic Gene Expression Atlas* (AGEA) (13) persigue la obtención de herramientas para la localización y comparación de los más de 20.000 genes que se expresan en el cerebro del ratón adulto. A través de este proyecto ya se conoce la expresión y localización de miles de genes de ratón ligados a determinadas funciones cerebrales. Dicho proyecto supone un gran paso, porque establece la unión de la genómica y las neurociencias. Según sus investigadores, supone un impulso en el estudio de la génesis de enfermedades neurológicas y psiquiátricas. Pero queda por resolver la interpretación de los resultados.

Otros proyectos están basados en la tecnología de

interfaz cerebro-computadora. Este es el caso del *Cyborg 2.0* (14) iniciado en el 2002, por el Prof. Kevin Warwick, investigador que desde hace más de diez años se inserta implantes en su propio cerebro con el fin de investigar los enlaces cerebro-ordenador. Actualmente se encuentra trabajando en otro proyecto, el *Cerebro de rata*, que consiste en un robot biológico controlado por un fragmento de cerebro de rata. Otros grupos han desarrollado lo mismo utilizando cultivos celulares. En esta línea, la generación de inteligencia artificial en el robot *Adam*, una máquina que no sólo crea conocimiento científico sin la ayuda del hombre y en beneficio propio, sino que también actúa, nos parece de suma relevancia (15).

Actualmente se están empezando a conocer programas de la CIA, como el *MkUltra* cuyo fin es aprender a manipular la mente del enemigo. Proyectos de Investigación para la Defensa como DARPA (Advanced Research Projects Agency) (16) dedicada a la Investigación de Proyectos Avanzados de Defensa, es la agencia generadora de algunos de los más oscuros y sofisticados logros del ejército de Estados Unidos. Su oficina de Transformational Convergence Technology Office (TCTO) se encuentra pendiente de todas las tecnologías emergentes y seguramente en los próximos años, lograrán una verdadera explosión de conocimientos en este campo.

La aplicación de las técnicas radiológicas en enfermedades neurodegenerativas, como la enfermedad de Alzheimer y el Parkinson, los estudios 3D para medir con exactitud el espesor de la corteza cerebral o el volumen de todo el cerebro y las imágenes de Resonancia Magnética Funcional, están permitiendo correlacionar rasgos y capacidades de las personas con actividades específicas en el cerebro. Existen compañías como Cephos y No Lie MRI (17) que ya se están especializando en ofrecer la detección de mentiras a través de imagen cerebral.

Así mismo, los dispositivos neuronales se están innovando de forma muy rápida y son una gran promesa para el futuro. Desde el campo de la Nanotecnología, existen proyectos en marcha encaminados a construir nanotubos neurales para interfaces neurales, como biosensores y como sistemas para la administración de fármacos. Otros proyectos se basan en la aplicación de los ultrasonidos para estimular la actividad cerebral a distancia.

El Neuromarketing (18) se encuentra interesado en conocer los cerebros de los consumidores para ver que piensan sobre los productos o cuando miran los anuncios. Incluso, como señalaremos más tarde, existen estudios encaminados a investigar las repercusiones que puede estar teniendo Internet en nuestros cerebros aunque no existe unanimidad de criterios.

► II. Aspectos bioéticos de la investigación en neurociencia

Según publica el grupo de trabajo sobre los controles éticos de la actividad biomédica (CEAB) (19), actualmente la visión clásica del científico, como hombre bueno regido por normas no escritas, que tenía una conducta ética en la que predominaba fundamentalmente el desinterés, tanto económico como intelectual por los hechos descritos, ha cambiado. La objetividad y el bien hacer altruista que constituían el *ethos* que parecía regir el ámbito de la ciencia, actualmente se ha desdibujado por completo. Al parecer, es tal el complejo entramado de intereses de todo tipo que se teje detrás de la investigación biomédica a nivel mundial, que se hace imprescindible la creación de sistemas de control objetivos para la corrección ética de estas prácticas.

Estas afirmaciones obligan a todos los investigadores y de forma más destacable a los neurocientíficos que con sus investigaciones pretenden conocer los cimientos de la naturaleza humana y las normas que gobiernan nuestra conducta personal y social, a demostrar además de una reconocida valía científica, su compromiso ético en la práctica investigadora.

Dada la escasa tradición que existe en España en este ámbito, nos parece de mucha ayuda el poder contar actualmente con el Código de Buenas Prácticas Científicas (CBPC) propuesto por el Comité de Bioética de España (20), de acuerdo con lo establecido en la Ley de Investigación Biomédica (21) Dicho código responde a muchas de las cuestiones que surgen en el día a día en los laboratorios de investigación. Desde recomendaciones para preparar protocolos de investigación, hasta para las prácticas de publicación, protección, difusión y autoría de los trabajos científicos. Así mismo, nos parece muy importante el fomento de la responsabilidad en el uso y administración de los recursos e infraestructuras que en él se hace. Recomendaciones referentes al almacenamiento, custodia y uso compartido de los datos y material biológico o químico resultante de las investigaciones, acerca de los proyectos de investigación patrocinados por la industria sanitaria u otras entidades con finalidad de lucro, sobre conflictos de intereses, publicaciones y patentes y práctica del *peer review*, consideramos que deberían ser conocidas por todos los investigadores.

De todas formas pensamos, que en el caso concreto de las investigaciones en neurociencia, cuando se materialicen los proyectos de investigación que actualmente se encuentran en marcha y se disponga de un mayor conocimiento acerca de la naturaleza humana, la mente y la conciencia, pueden surgir cuestiones éticas nuevas, sociales y legales que, además de a la medicina, afecten a otros

campos, como el de la educación, la política, la industria o el derecho y para las que habrá que estar preparados.

La formación de los neurocientíficos en los principios de Bioética (22, 23) conocimiento de documentos de Bioética (DUBDH) (24), así como en la práctica del razonamiento y el debate informado, elementos imprescindibles en esta disciplina, ayudará a saber descubrir y reflexionar acerca de las consecuencias que sus investigaciones puedan tener en las personas y para la sociedad. Por otro lado, les permitirá maximizar las ventajas e identificar los riesgos y a ser sensibles ante los posibles conflictos éticos relacionados con la identidad humana, la autonomía, la privacidad, la justicia social, las desigualdades socioeconómicas y la posible discriminación.

Debemos resaltar, el cuidado exquisito que han de tener los profesores, cuando invitan a sus alumnos a participar en cualquier proyecto de investigación. Siempre que un profesor, aprovecha el momento de la clase para invitar a sus alumnos a colaborar en un proyecto de investigación, tiene que ser consciente, de que la relación de desigualdad establecida, en la que el alumno tiene reducida su autonomía, no permite realizar dicha propuesta desde el punto de vista ético.

Sorprende el hecho de que para trabajar con animales de experimentación se requiera demostrar la adquisición de una formación especial (25) y para investigar con personas no se necesite demostrar ninguna preparación especial.

Concluimos este apartado reclamando que los programas de Master Universitarios y de formación de personal investigador, incluyan módulos específicos para la formación en Bioética y la promoción de las recomendaciones del CBPC.

► III. Aspectos bioéticos de la investigación clínica en neurociencia

Parece lógico pensar, que cuanto más cosas se descubran entorno a nuestro cerebro, más probabilidad habrá de conocer la mente humana y mejorar nuestras vidas, entendiendo y curando enfermedades. Pero para que esto sea posible, la investigación biomédica ha de mantener unos estándares científicos, éticos y legales.

De todas las investigaciones médicas, los ensayos clínicos con medicamentos, al ser los primeros en establecerse, son los que cuentan con una normativa detallada y completa en lo referente a estos controles (26, 27). La nueva Ley de Investigación Biomédica (21) introduce, así mismo, nuevas normas para la regulación de las investigaciones biomédicas que impliquen procedimientos invasivos en seres humanos y que no sean ensayos clínicos.

Si nos centramos en los principios de la Bioética como punto de partida para la reflexión sobre las investigaciones llevadas a cabo en pacientes con dolencias relacionadas con las neurociencias, el cumplimiento del principio de no maleficencia "Primum non nocere" obliga al médico a tener una formación rigurosa y actualizada y a investigar procedimientos para mejorar la vida de los pacientes. Pero el médico debe ser consciente, de las situaciones conflictivas que la investigación con sus pacientes puede originar, teniendo en cuenta el significado del concepto de investigar. En estos casos, el paciente debe tener muy claro, que cuando su médico le ofrece entrar en una investigación, no significa que esté buscando específicamente su beneficio, sino que lo que pretende con el estudio es crear conocimiento. Además, hay que asegurarse de que el paciente entienda que, aunque puede participar en un proyecto, puede no recibir el tratamiento por estar incluido en el grupo control del ensayo.

En cualquier caso, el médico, para proteger la dignidad de las personas que van a ser incluidas en una investigación, no causarles daño, así como atender los criterios de carácter equitativo, ha de ser muy cuidadoso en su lenguaje y forma de presentar la oferta. Y una buena forma de ejercer su función de manera responsable es, preservar la autonomía de las personas que deciden participar en una investigación a través de un buen proceso del Consentimiento Informado (CI). Preservar la autonomía del paciente a través de un buen CI sigue siendo el punto crucial para la práctica investigadora, por lo que además tiene que contemplar la libertad de consentimiento, la libertad de abandono y la libertad de publicación (28). El CI debe, además de proporcionar toda la información necesaria, asegurar la capacidad de la persona para comprender las informaciones relevantes de la situación, las posibles consecuencias de cada una de las decisiones, así como, para poder elaborar razonamientos a partir de la información y según su propia escala de valores.

En este sentido, consideramos que los resultados de algunas investigaciones pueden llegar a plantear al médico cuestiones éticas como ¿qué decir a los pacientes acerca de la información personal de su salud?

Teniendo en cuenta que existe la posibilidad de que las personas que participen en estas investigaciones, puedan tener sus capacidades mentales disminuidas, los investigadores han de vigilar la demostración de la capacidad de la persona para comunicar la decisión tomada de forma clara y reiterada y sobre todo, saber si tienen o no competencia para decidir. Así mismo, se debe considerar la situación de las familias con pacientes con deterioro funcional, dado el incremento de carga emocional que han de soportar, así

como el elevado coste económico y social.

Atendiendo al principio bioético de beneficencia, todos los investigadores deben fomentar el bienestar de los pacientes evitando someter a la persona a investigaciones sin validez científica alguna. Al mismo tiempo, les obliga a hacer una evaluación de la relación riesgo/beneficio, a maximizar los beneficios y a minimizar los posibles riesgos e incomodidades que puedan acompañar a la propia investigación.

En este sentido y pensando en la práctica diaria, a pesar de la gran cantidad y calidad de conocimiento que actualmente se está generando sobre el SNC y que invita al optimismo, puede resultar muy difícil tratar de identificar, delimitar y evaluar los riesgos y beneficios que este tipo de investigaciones puedan suponer para el paciente. Nos sorprende también que se tenga más interés en hablar de los riesgos que de los posibles beneficios del proceso. De todas maneras consideramos que la transparencia es fundamental y el investigador tiene que estar preparado para saber transmitir muy claramente a la persona que participa en una investigación, todo lo que le puede afectar, además de ofrecerle asistencia y seguridad.

El respeto a la intimidad es un tema que hay que tener muy presente debido a la importancia de los beneficios públicos de la investigación. Tiene que quedar muy claro, si la información obtenida va a ser utilizada para la salud del paciente o para la salud pública, ya que las conclusiones que se puede sacar a través de las técnicas de neuroimagen, pueden afectar a la vida íntima de las personas. El intrusismo en la privacidad del paciente, así como la confidencialidad de los datos y de los resultados deberán ser rigurosamente controlados para evitar cualquier tipo de discriminación basada en el desarrollo biológico, psíquico, cultural, económico o en el estado de salud, por lo que consideramos necesario el consentimiento del paciente para todo tipo de uso de sus datos personales.

En cualquier caso, es importante evitar el mal uso de la información obtenida, respetando la confidencialidad y que los resultados no comprometan la intimidad de la persona, o sean motivo de discriminación, algo que afectaría a su dignidad. Así mismo, hay que procurar el aprovechamiento compartido de los beneficios.

El principio bioético de justicia obliga al investigador a no multiplicar innecesariamente los gastos en procedimientos y técnicas, a distribuir las cargas y los beneficios de la investigación de forma equitativa y a que no se haga una distribución desigual de los beneficios en los sectores más vulnerables de la realidad global.

Si las investigaciones implican estudios genéticos de pacientes, deberán cumplir las obligaciones impuestas por

la Ley de Investigación Biomédica (21) en cuanto al CI y el uso de la información. Esto deben tenerlo muy presente todos los investigadores para que no utilicen con sus pacientes expresiones, como “el personal autorizado tendrá acceso a sus muestras”, o como finalidad de estudio “la detección de polimorfismos genéticos”, hecho que nos conduce a otro tema importante en estos estudios como es el del consejo genético. Porque debemos preguntarnos ¿qué entenderá el paciente por polimorfismos genéticos?

Hay que reclamar la atención sobre la necesidad de transparencia en los conflictos de intereses económicos que puedan presentarse, ya que está demostrado que los estudios que cuentan con el apoyo de compañías farmacéuticas o tecnológicas, suelen tener sus resultados más favorables para el promotor.

Por otro lado, hay que tener en cuenta, que las consecuencias de algunas de estas investigaciones, además de beneficios pueden entrañar ciertos riesgos para todos, pero que si la sociedad así lo decide, tendrán que ser asumidos por todos.

Ante este panorama, resulta sorprendente y motivo de preocupación, la falta de interés demostrada por los países, en especial EEUU, para estudiar las implicaciones éticas, legales y sociales que las investigaciones en Neurociencia puedan ocasionar en un futuro. Sobre todo teniendo en cuenta, el potente programa paralelo que se constituyó para abordar estas implicaciones en el caso del Genoma Humano.

► IV. ¿A dónde pueden conducirnos los nuevos conocimientos?

Se pueden utilizar los posibles desafíos que lleguen a plantear el conocimiento generado por las investigaciones en neurociencia, como herramienta para fomentar la discusión. Para ello, consideremos dos tipos de conocimientos:

IV. a. Los relacionados con aspectos íntimos de la vida humana, como los pensamientos y las conductas humanas

Es difícil predecir las consecuencias sociales y culturales que puede originar el conocimiento que se está generando a través de las últimas investigaciones en el campo de las neurociencias, así como la posibilidad de contar en un futuro con técnicas innovadoras que permitan controlar la mente a través del cerebro. Qué ocurrirá si los humanos pueden controlar los contenidos de la conciencia gracias a las nuevas posibilidades de la técnica.

En todas las culturas y en todas las épocas se ha deseado una vida buena para el ser humano. El hombre ha tratado de modificar su estado de conciencia por diferentes

medios, pero, en este sentido, las posibilidades que puedan ofrecer los futuros avances, en estos momentos, difícilmente los podemos evaluar.

Quedan por contestar muchas preguntas importantes que afectarán a toda la sociedad como ¿qué es la inteligencia y en qué parte del cerebro se produce? ¿la anatomía y la función del cerebro determinan nuestra conducta? ¿qué estados de conciencia queremos eliminar de nuestra cultura o cuales moldear? La respuesta a todas ellas ¿traería buenas consecuencias para la sociedad?

Sin embargo, lo importante es conocer cómo es en realidad el hombre y estas investigaciones están ayudando a esclarecerlo. Lo sorprendente es, que exista tan poca preocupación acerca de quién va a ocuparse de valorar las implicaciones éticas, sociales y legales que estos avances pueden ocasionar en un futuro.

Respecto al condicionamiento genético de nuestro cerebro, aunque hasta hace muy poco apenas se había demostrado algo acerca de su implicación en la función cognitiva, recientes investigaciones sobre el comportamiento de los genes en el cerebro de hermanos gemelos, han demostrado el importante papel que parece tener la herencia en el modo en que el cerebro responde a los estímulos externos (29).

En cuanto a los resultados de investigaciones encaminadas a estudiar el efecto de la información que llega a nuestro cerebro vía Internet y tecnologías relacionadas, mientras que para Nicholas Carr autor de ¿qué está haciendo Internet a nuestros cerebros? dicha información está perjudicando nuestra capacidad de concentración (30), para Jonah Lehrer autor de *How We Decide*, la evidencia científica muestra que Internet y las tecnologías relacionadas son buenos para la mente (31).

Es llamativo que los programas para el entrenamiento cerebral que se encuentran ya en el mercado, aunque las empresas de software siguen presionando para justificar la eficacia de sus productos, existen muy pocos programas que hayan demostrado aumentar las habilidades cerebrales.

Para el filósofo Javier Sádaba (32) el peligro mayor que pueden ocasionar los avances en el conocimiento del cerebro humano, es llegar a manipular la autonomía individual. El aumento de la autonomía de las personas, la capacidad de poder decidir las acciones con responsabilidad, punto central de la voluntariedad humana, significa un paso adelante en el desarrollo del ser humano, un paso más en nuestro proceso evolutivo.

Consideramos que los avances en el conocimiento del cerebro humano quizás provoquen la concepción de una nueva realidad sobre nosotros mismos que solamente se

logrará encauzar “fomentando un diálogo multidisciplinar y pluralista entre todas las partes interesadas y dentro de la sociedad en su conjunto” (Art. 2 de la DUBDH) (24).

IV. b. Los relacionados con diagnósticos relativos a la predisposición para padecer enfermedades mentales y posibles tratamientos

Dentro de los objetivos de los avances en las neurociencias, el dirigido a aliviar el sufrimiento de cualquier tipo, ya sea determinado por las condiciones neurológicas o por conflictos personales o sociales, debe ser prioritario.

Teniendo en cuenta que según la Organización Mundial de la Salud (OMS), un 10% de la población mundial presenta algún tipo de trastorno psiquiátrico y son causa de discapacidad, pérdida de calidad de vida, sufrimiento, aislamiento social o estigmatización y que así mismo, existen enfermedades mentales y neurodegenerativas que minan la identidad y demandan el respeto por la dignidad de las personas, creemos oportuno detenernos a reflexionar acerca del papel que puede jugar la herencia en la conducta y el pensamiento humano, teniendo en cuenta que los genes humanos relacionados con la evolución y comportamiento del cerebro presentan muchas mutaciones en miles de genes (33).

Actualmente aún no se dispone del conocimiento básico que explique cómo los complejos mecanismos de expresión génica determinan la formación de circuitos neuronales y con ello el comportamiento, ni cómo actúa la cultura sobre el genoma. Esto es comprensible sabiendo que el genoma de cada persona puede presentar mucha variabilidad, (delecciones, duplicaciones y reorganizaciones de las cadenas de ADN), y que además, un gen puede tener varias mutaciones y cada una de ellas ser causa de una enfermedad distinta y con distinto patrón de herencia. Igualmente las mutaciones pueden aparecer en los genes reguladores o en otras zonas del genoma que no codifican para una proteína. Esto supone, que para poder llegar a alguna conclusión se necesita del apoyo de la tecnología de microarrays genéticos.

Actualmente se están buscando marcadores biológicos esenciales para comprender la base anatómica de trastornos mentales como la depresión, la ansiedad, y la neurosis obsesivo-compulsiva (9). Se trata de marcadores esenciales para el diagnóstico y también para poder desarrollar terapias más específicas y efectivas. Se ha comprobado que, moléculas como las monoaminooxidasas (MAO), al actuar a nivel cerebral, inactivan aminos como la serotonina, la noradrenalina y la dopamina, afectándose con ello la personalidad y la conducta (34).

La investigación biológica cerebral en las patologías

mentales, junto al empleo de la neuroimagen está permitiendo conocer aspectos de enfermedades mentales como la esquizofrenia que antes se desconocían. Por otro lado, también se asegura que la educación, la experiencia y las interacciones sociales afectan igualmente al cerebro, lo que abriría nuevas vías de investigación y tratamiento (9).

Bajo nuestro punto de vista, el fenotipo total resultante de un genotipo es impredecible, excepto para enfermedades genéticas muy definidas. La investigación genética debe ir acompañada de la del medio ambiente para poder valorar el riesgo o pronóstico de padecer estas enfermedades.

Pensando en ello, sorprende ver como compañías especializadas en enfermedades del SNC, ponen en el mercado dispositivos del tipo de la tarjeta farmacogenética como la panacea para definir en un listado los fármacos más aconsejables para cada paciente. La oferta consiste en un dispositivo de bolsillo que contiene el perfil genético de respuesta individual a los fármacos y permite a todos los profesionales de la medicina a los que acuda el paciente, determinar la prescripción de los fármacos más adecuados, en función de los datos contenidos en dicha tarjeta. Así mismo, nos llama la atención, como se descuida la salud mental de las personas mayores con deterioro cognitivo y con depresión.

Los avances en el conocimiento de la interacción genética y medioambiental en el cerebro humano, sin duda ayudarán en un futuro, al diagnóstico y tratamiento de enfermedades de origen genético, pero en estos momentos consideramos no ética la oferta indiscriminada de estos servicios ofrecidos a los ciudadanos preocupados por su salud. La ética no solamente habla de deberes sino que intenta también promover bienes, por eso hay que estar abiertos a todas aquellas terapias que puedan hacer la existencia más feliz.

Quedan por delante otras muchas preguntas por contestar, cómo ¿qué ocurrirá con los nuevos sistemas nanofarmacéuticos para la incorporación de fármacos, o con las terapias celulares? y sobre todo algo fundamental para la Bioética global ¿quién se beneficiará de todos estos avances? Los temores a los riesgos en el uso de las nuevas tecnologías, podrían reducirse aplicando los mismos criterios que definen a las buenas prácticas políticas: eficacia, apertura, racionalidad, transparencia y participación de los ciudadanos, es decir, un buen gobierno o gobernanza para la Bioética (35).

Consideramos que los Comités de Ética independientes deberían emitir informes y recomendaciones, sobre todas estas cuestiones con una implicación ética tan relevante, relacionados con el cumplimiento de los derechos funda-

mentales del hombre.

► V. Conclusiones

Teniendo en cuenta la repercusión de los potenciales beneficios y posibles riesgos del desarrollo científico-tecnológico en el campo de las neurociencias y dado el papel que juegan las diversas instituciones, y en especial la Universidad, en el porvenir cultural, social y económico de la sociedad, demandamos de ésta el compromiso de sus neurocientíficos en el cumplimiento de las obligaciones morales propias de la excelencia, las obligaciones bioéticas recogidas en las distintas declaraciones, así como las obligaciones jurídicas marcadas por la legislación, con el fin de ayudar a conseguir a) que *“la Universidad transmita a las siguientes generaciones no sólo el conocimiento, sino también juicios de valor sobre la responsabilidad con el futuro”* (36), b) que *“el interés y el bienestar del ser humano prevalezca frente al exclusivo interés de la sociedad o de la ciencia”* (37) y c) que *“los beneficios resultantes de toda investigación científica y sus aplicaciones deberían compartirse con la sociedad en su conjunto y en el seno de la comunidad internacional, en particular con los países en desarrollo”* (24).

Parafraseando a Antonio Damasio, (2) *“A lo largo de este trabajo he hablado de hechos aceptados, hechos controvertidos e interpretaciones de hechos; de ideas compartidas o no compartidas por muchos de los que trabajamos en las ciencias de la mente y del cerebro; de cosas que son como digo y de cosas que pueden ser como digo. El lector puede haberse sorprendido de que tantos hechos son inseguros y de que tantas de las cosas que pueden decirse del cerebro se definen mejor como hipótesis de trabajo (...). Me apresuro a añadir que la falta de respuestas definitivas en los asuntos del cerebro/mente no es, sin embargo, motivo de desesperación, y no debe considerarse como un síntoma de fracaso de los campos científicos que ahora se dedican a este esfuerzo (...) Si poseemos este cúmulo de datos ¿por qué no podemos ofrecer una explicación precisa y general de cómo vemos y, lo que es más importante, de cómo existe un yo que efectúa esta visión?. La razón principal es la gran complejidad de los problemas para los que precisamos respuestas. (...) Para comprender de manera satisfactoria el cerebro que fabrica la mente humana y el comportamiento humano es necesario tener en cuenta su contexto social y cultural. Y esto hace que la empresa sea verdaderamente intimidadora”*.

Finalmente, solo queda hacer referencia al último pensamiento y deseo que alimenta nuestro optimismo y esperanza diaria. Que a través del diálogo transdisciplinar fecundo entre investigadores de las ciencias de la vida, las

Artículo

ciencias sociales y humanas y la sociedad, se logre cumplir con un Código Ético Global, que preserve el compromiso de los investigadores con los DDHH. Es nuestro deseo, que los nuevos conocimientos en el campo de la neuro-

ciencia ayuden a dar un nuevo salto evolutivo al ser humano, hacia estados de conciencia más elevados, basados en un mayor desarrollo de su talento, y encaminados a conseguir el bienestar para todos los seres humanos.

Bibliografía

- 1. Dorus, S; Vallender, EJ; Evans PD. et al. (2004). *Accelerated Evolution of Nervous System Genes in the Origin of Homo sapiens*. Cell ; 119: 1027-1040.
- 2. Damasio A. (2010). *Y el cerebro creó al hombre*. Ed. Destino. Barcelona.
- 3. Dispenza, J. (2009). *Desarrolla tu cerebro*. Ed Palmira. Madrid.
- 4. Damasio A. (2009). *El error de Descartes*. Ed. Crítica. Barcelona.
- 5. Yashiro, S.; Riday, TT.; Condon, KH. et al. (2009). *Ube3a is required for experience-dependent maturation of the neocortex*. **Nature Neuroscience**; **12**: 777 - 783
- 6. Kandel, ER. (2000) *Principios de Neurociencia*. Ed. MacGrawHill-Interamericana. Madrid.
- 7. Harrison, BJ.; Pujol, J.; López-Sola, M.; Hernández-Ribas, R. et al. (2008) *Consistency and functional specialization in the default mode brain network*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS); 105: 9449 – 9846.
- 8. Michael S. Gazzaniga (2005). *The ethical brain*. Dana Press. New York.
- 9. Kandel, E. (2009) *A Biology of Mental Disorder*. Newsweek. 27 Junio
- 10. Takagi, Y.; Takahashi, J.; Saiki, H. et al. (2005). *Dopaminergic neurons generated from monkey embryonic stem cells function in a Parkinson primate model*. J.Clinical Investigation; 115: 102-109.
- 11. Velliste, M.; Perel, S. ; Spalding, MC. et al. (2008). *Cortical control of a prosthetic arm for self-feeding*. Nature; 453: 1098-1101.
- 12. <http://www.cedepap.tv/sr/setiembre09/>
- 13. Ng, L.; Bernard, A.; Lau, Ch. et al (2009) *An anatomic gene expression atlas of the adult mouse brain*. **Nature Neuroscience**; **12**: 356 – 362.
- 14. <http://www.kevinwarwick.com/Cyborg1.htm>
- 15. King, RD. ; Rowland, J. ; Oliver, SG. et al. (2009). *The Automation of Science*. Science; 324: 85-89.
- 16. http://es.wikipedia.org/wiki/Defense_Advanced_Research_Projects_Agency.
<http://www.neoteo.com/darpa-quiere-cerebro-virtual-de-chimpance-15685.neo>
- 17. <http://www.elmundo.es/elmundosalud/2006/07/03/neurociencia/1151911568.html>
- 18. <http://www.imagilys.com/neuromarketing/>
- 19. Grupo de Trabajo CEAB. (2009) *Antecedentes de los Controles Éticos en la Actividad Biomédica*. Instituto Roche. Madrid.
- 20. http://www.comitedebioetica.es/documentacion/docs/buenas_practicas_cientificas_cbe_abril_2010.pdf
- 21. <http://www.boe.es/boe/dias/2007/07/04/pdfs/A28826-28848.pdf>
- 22. Beauchamp T.L. y Childress J.F.(2002). *Principios de ética Biomédica*. Ed Masson. Barcelona.
- 23. Buisan Espeleta, L. (2000) *Bioética y Principios Básicos de Ética Médica*. Tema Master de Bioética y Derecho.
- 24. Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos. La UNESCO. (2005).
- 25. http://www.umh.es/web_rw/ceie/docs/animales/1201_05%20proteccion%20animales%20experimentacion.pdf
- 26. http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rd223-2004.HTML
- 27. Garattini, S. (2000). *Normas éticas en los ensayos clínicos con medicamentos*. Cuadernos de la Fundación Víctor Grífols i Lucas. Nº 2 Barcelona. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS), 105: 9449 – 9846.
- 28. Macklin, R. (2010). *La ética y la investigación clínica*. Fundación Víctor Grífols i Lucas. Nº 23. Barcelona.
- 29. Koenig, J.W.; Wood, G.; Hagoort, P. ; Goebel, R. et al. (2009) *Genetic Contribution to Variation in Cognitive Function: An fMRI Study in Twins*. Science; 323:1737-1740.

Artículo

- 30. <http://www.nicholasgcarr.com/bigswitch/interview.shtml>
- 31. <http://www.jonahlehrer.com/about>
- 32. Sádaba, J. (2000). *Cuestiones de Neuroética. Master de Bioética y Derecho*. Universidad de Barcelona.
- 33. Dorus, S; Vallender, EJ; Evans PD. et al. (2004). *Accelerated Evolution of Nervous System Genes in the Origin of Homo sapiens*. Cell; 119: 1027-1040.
- 34. Orelan. L. (2009). *Confirman el papel clave de las monoamina oxidasas en la personalidad y la conducta*. Diario Médico, 17 de Septiembre.
- 35. López de la Vieja, M.T. (2008). *Bioética y ciudadanía. Nuevas fronteras de la Ética*. Ed. Biblioteca Nueva. Madrid.
- 36. Potter, V. R.; D. A. Baerreis, R. A.; Bryson et al. (1970). *Purpose and function of the university: University scholars have a major responsibility for survival and quality of life in the future*. Science; 167:1590-93.
- 37. Convenio de Oviedo (1999). *Convención para la protección de los Derechos Humanos y de la Dignidad del Ser Humano con respecto a las aplicaciones de la Biología y la Medicina: Convención sobre los Derechos Humanos y la Bio-medicina*.