

Nieves Maya Elcarte

Santiago Rivero Rodrigo

Conocer el cerebro para la excelencia en la educación

Prólogo y Dirección Científica de Francisco José Rubia Vila

Edita: Innobasque – 2010
Agencia Vasca de la Innovación
Parque Tecnológico de Bizkaia
Laida Bidea 203, 48170 Zamudio

Depósito Legal: BI-2841/2010



Los contenidos de este libro, en la presente edición,
se publican bajo la licencia: Reconocimiento–No comercial–
Sin obras derivadas 3.0 España de Creative Commons
(más información http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.es_CO)

Diseño: Doble Sentido

Impresión: Tecnigraf

Nosce te ipsum
SÓCRATES

La totalidad de imágenes incluidas en esta publicación han sido publicadas bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain.

1. Imagen publicada originalmente en Flickr por Liz West (<http://www.flickr.com/people/calliope/>), bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 33)
2. Imagen publicada originalmente en Wikipedia por Mysid, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 33)
3. Imagen publicada originalmente en Wikimedia Commons por John A Beal (PhD, Dep't. of Cellular Biology & Anatomy, Louisiana State University Health Sciences Center Shreveport), bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 36)
4. Imagen publicada originalmente en Wikipedia por Wikimedia Commons, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 39)
5. Imagen publicada originalmente en Wikipedia por Wikimedia Commons, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 39)
6. Imagen propiedad D. Francisco J. Rubia Vila, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 43)
7. Imagen publicada originalmente en Wikipedia, por Washington Irving at the English Wikipedia project, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 44)
8. Imágenes publicadas originalmente en Wikipedia. This work is in the public domain in the United States because it is a work of the United States Federal Government under the terms of Title 17, Chapter 1, Section 105 of the US Code. See Copyright.(Págs. 48, 50, 51 y 53)
9. Imagen publicada originalmente en Wikipedia, por Lauri Andler, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 57)
10. Imagen publicada originalmente en Flickr por Ganessas / Maria Moreno, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 59)
11. Imagen publicada originalmente en Blogspot, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 59)
12. Imagen publicada originalmente en Flickr por Irargerich / Luis Argerich, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 71)
13. Imagen publicada originalmente en Flickr por Dierk Schaefer, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 74)
14. Imagen publicada originalmente en Flickr por Eneas / Eneas de Troya, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 75)
15. Imagen publicada originalmente en Flickr por Ian Muttoo, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 86)
16. Imagen publicada originalmente en Flickr por Tostie14 / Kevin Tostado, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 88)
17. Imagen publicada originalmente en Wikimedia Commons por 123 Hollic, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 119)

18. Imagen publicada originalmente en Colewebs, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 120)
19. Imagen publicada originalmente en Flickr por Chesi / CC Pimkie, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 121)
20. Imagen publicada originalmente en Flickr por Kainita / Mario Sánchez Bueno, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 122)
21. Imagen publicada originalmente en Wikimedia Commons por David Benbenick, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 125)
22. Imagen publicada originalmente en Wikipedia. La obra bidimensional de esta imagen forma parte del dominio público mundial en razón de la fecha de muerte de su autor, o de su fecha de publicación, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 128)
23. Imagen publicada originalmente en Flickr por jlastras / Javier Lastras, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 134)
24. Imagen publicada originalmente en Fotopedia por Jean-Marie Hullot, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 163)
25. Imagen publicada originalmente en Flickr por David R. Carroll, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 164)
26. Imagen publicada originalmente por Liza Gross, en From Structure to Function: Mapping the Connection Matrix of the Human Brain, bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 186)
27. Imagen publicada originalmente en Wikimedia Commons por The Gene Expression Nervous System Atlas (GENSAT) Project, NINDS Contract # N01NS02331 to The Rockefeller University (New York, NY), bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Spain. (Pág. 187)

AGRADECIMIENTOS	10
DESDE INNOBASQUE	14
PRÓLOGO	18
INTRODUCCIÓN	22
OBJETIVO Y CONTENIDO DEL TRABAJO	26
 PRIMERA PARTE	 30
1. VISIÓN DE CONJUNTO	31
1.0. SITUACIÓN ACTUAL DE LA NEUROCIENCIA	31
1.1. LA OBSERVACIÓN DEL CEREBRO EN FUNCIONAMIENTO	31
1.2. UN CEREBRO EN ADAPTACIÓN PERMANENTE	34
1.3. ESTRUCTURAS DEL CEREBRO. UNA VISION DE CONJUNTO	37
1.3.1. LAS NEURONAS Y SUS CONEXIONES. LAS REDES NEURONALES	37
1.3.2. LAS GRANDES ÁREAS DEDICADAS AL PROCESO DE: LA INFORMACIÓN SENSORIAL, LA PERCEPCIÓN, EMOCIONES, COGNICIÓN, FUNCIONES EJECUTIVAS	40
1.4. EL SISTEMA LÍMBICO	42
1.4.1. PRINCIPALES ESTRUCTURAS DEL SISTEMA LÍMBICO Y SUS FUNCIONES	42
1.4.2. LAS EMOCIONES: SU GENERACIÓN Y EFECTOS QUE SE DERIVAN DE ELLAS	45
1.5. LA CORTEZA CEREBRAL	47
1.5.1. LAS FUNCIONES DE LA CORTEZA CEREBRAL: LA ESPECIALIZACIÓN DE LAS DISTINTAS REGIONES	47
1.5.2. LOS HEMISFERIOS	51
1.5.3. LA TEORÍA DE LAS INTELIGENCIAS MÚLTIPLES	53
1.6. EL MODO COMO APRENDE EL CEREBRO	54
1.7. ASPECTOS QUE INCIDEN EN EL FUNCIONAMIENTO DEL CEREBRO	57
1.7.1. ALIMENTACIÓN	57
1.7.2. EJERCICIO FÍSICO	58

ÍNDICE	Conocer el cerebro	7
1.7.3. GIMNASIA CEREBRAL	59	
1.7.4. SUEÑO	59	
1.7.5. AMBIENTE EMOCIONAL EQUILIBRADO	60	
SEGUNDA PARTE	62	
2. EDUCACIÓN Y PROCESO DE EVOLUCIÓN CEREBRAL	63	
2.1. LA EVOLUCIÓN DEL CEREBRO A LO LARGO DE LA VIDA	63	
2.2. ESTRUCTURAS CEREBRALES PREPARADAS PARA APRENDER	64	
2.3. PERÍODOS CRÍTICOS Y SENSIBLES	65	
2.4. INCIDENCIA DE LOS GENES Y EL ENTORNO EN LA CONFIGURACIÓN DEL CEREBRO	66	
2.5. APRENDIZAJE Y MEMORIA	67	
2.6. EMOCIÓN Y MOTIVACIÓN	68	
2.7. ATENCIÓN	70	
2.8. MATEMÁTICAS	71	
2.9. LENGUAJE	74	
2.10. EL APRENDIZAJE DE OTRAS MATERIAS	78	
TERCERA PARTE	84	
3. CONJUNCIÓN DE NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN.		
ESTADO ACTUAL	85	
3.1 CONSIDERACIONES PREVIAS ACERCA DEL CONCEPTO DE APRENDIZAJE	86	
3.2. ACTIVIDADES EN TORNO AL BINOMIO NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN	88	
3.2.1. REFERENCIAS DE ENTIDADES DEL CAMPO DE LA NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN	89	
3.2.2. ASOCIACIONES Y OTRAS AGRUPACIONES DE VARIAS PERSONAS O ENTIDADES	104	
3.2.3. OTRAS INICIATIVAS DE INTERÉS	106	
3.2.3.1. PUBLICACIONES SOBRE NEUROCIENCIA Y/O EDUCACIÓN	108	
3.3. CONCLUSIONES QUE SE DESPRENDEN ACERCA DEL ESTADO DE LA CUESTIÓN	109	
3.3.1. LA SITUACIÓN DE LA NEUROCIENCIA	109	

3.3.2.	LA POSICIÓN DE LOS DOCENTES EN LO QUE RESPECTA A LA NEUROCIENCIA	112
3.3.3.	LA POSICIÓN DE LOS RESPONSABLES DE POLÍTICAS PÚBLICAS	115
3.3.4.	INICIATIVAS DE COLABORACIÓN ENTRE NEUROCIENTÍFICOS Y DOCENTES	116
CUARTA PARTE		118
4.	HACIA UNA EDUCACIÓN MÁS INFORMADA POR LA NEUROCIENCIA	119
4.1	EL DESEABLE DIÁLOGO ENTRE LOS NEUROCIENTÍFICOS Y LOS PROFESIONALES DE LA EDUCACIÓN	120
4.2.	QUÉ DEMANDARÍA LA EDUCACIÓN A LA NEUROCIENCIA	121
4.3.	QUÉ ESPERARÍA LA NEUROCIENCIA DE LA EXPERIENCIA DE LOS DOCENTES	122
4.4.	INICIATIVAS DE INTERÉS	123
4.4.1.	UNAS PRÁCTICAS DOCENTES MÁS INFORMADAS POR LA NEUROCIENCIA	123
4.4.2.	IDENTIFICACIÓN MÁS PRECISA DE LAS CAPACIDADES COMPLEMENTARIAS DEL CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN DEL MODO DE DESARROLLARLAS	124
4.4.3.	PROFUNDIZACIÓN EN EL CONOCIMIENTO DE ACTIVIDADES DE INTERÉS Y TOMA DE CONTACTO CON ENTIDADES QUE ESTÁN DESARROLLANDO UN PAPEL RELEVANTE	127
4.4.4.	COLABORACIÓN DE PROPUESTAS DE INICIATIVAS	127
4.4.5.	ORIENTACIÓN A LOS RESPONSABLES DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE EDUCACIÓN	128
4.4.6.	DIFUSIÓN DE RESULTADOS DE ESTE ESTUDIO	129
4.4.7.	UN ESTUDIO DE PROSPECTIVA PARA EVALUAR LAS EXPECTATIVAS CON MÁS PRECISIÓN	129
CONCLUSIÓN		132

ANEXO

ASOCIACIONES	136
ENTIDADES	158
INICIATIVAS	216
PUBLICACIONES	226
BIBLIOGRAFÍA	233
CURRÍCULA	234

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer en primer lugar el soporte recibido de Innobasque, así como su confianza al haber encomendado al Colegio del Sagrado Corazón Carmelitas, de Vitoria, la realización del estudio sobre el estado del arte de la aplicación de la Neurociencia cognitiva a la mejora de las prácticas educativas. Esperamos que el apoyo recibido para la realización de este trabajo contribuya, en último término, a abrir camino a la aplicación de métodos basados en los avances de la ciencia, que conduzcan a un desarrollo más eficiente de las capacidades intelectuales de las personas, no solamente durante las etapas escolares, sino a lo largo de toda la vida.

Agradecemos al Profesor Francisco Rubia la realización del prólogo que sirve como presentación de este trabajo y su desinteresada colaboración como director científico: sus directrices y su revisión y corrección de los contenidos, ha constituido una ayuda inestimable para los autores del trabajo. Él es miembro de la Real Academia Nacional de Medicina y Vicepresidente de la Academia Europea de las Ciencias y las Artes, que además ha ocupado prestigiosas cátedras en la Universidad Complutense de Madrid y en la Ludwig Maximilians de Munich, además de contar con una larga relación de méritos científicos y profesionales

Manifestamos asimismo nuestro agradecimiento a Luis Ma Ullíbarri, Director del Área de Innovación Social de Innobasque, por su apoyo y confianza, así como por su revisión del trabajo y sus comentarios al mismo. Queremos hacer patente que su confianza en el interés de esta materia ha servido de gran estímulo para los autores.

También queremos expresar nuestro agradecimiento al Prof. Manuel Carreiras, Director del BCBL (Basque Center for Cognition, Brain and Language), por la atención recibida de él, las orientaciones aportadas, la explicación de la actividad del BCBL y la exposición del proyecto COEDUCA, en el que participa el BCBL junto con otras destacadas instituciones nacionales e internacionales. Un motivo adicional de satisfacción es la colaboración del Colegio Sagrado Corazón Carmelitas en dicho proyecto, que se ha derivado del contacto establecido con el Prof. Carreiras.

A D. Juan Mulet, Director de Cotec, agradecemos la información suministrada y las sugerencias realizadas previamente al comienzo del estudio, así como la lectura del trabajo previa a su validación definitiva y los comentarios e impresiones que nos ha transmitido.

De igual modo, agradecemos a D^a. Ana Morato, Directora de OPTI (Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial) el interés demostrado por este proyecto, la lectura del trabajo previa a su validación, sus comentarios al mismo y su disposición a participar en la realización de futuros estudios de prospectiva que pudieran derivarse del presente trabajo.

No queremos dejar de manifestar también nuestro agradecimiento a los miembros del «i-Talde» de Educación de Innobasque, al que pertenecemos los autores, por sus comentarios y observaciones realizadas, sus sugerencias y el interés expresamente manifestado por algunos de sus miembros en conocer el resultado del trabajo e incorporarse a futuras iniciativas relacionadas con sus conclusiones.

Deseamos mencionar igualmente a Jéssica Fernández Sevillano, Carla Cárdenas Miralles y Leyre San Román Ruiz de Azúa pertenecientes al equipo de trabajo y que han colaborado en tareas de recogida, clasificación y síntesis de diversos tipos de información, que forman parte de varias secciones del contenido del estudio.

Por último, hacemos extensiva nuestra gratitud a todos cuantos se han interesado por este trabajo y nos han facilitado información, ideas, comentarios, observaciones o han expresado su interés en mantenerse en contacto con posibles proyectos o iniciativas futuras que se acometan dentro de este contexto.

NIEVES MAYA ELCARTE

(nmaya@sagradocorazoncarmelitas.com)

SANTIAGO RIVERO RODRIGO

(srivero@human.es)

DESDE INNOBASQUE

LUIS M^a ULLIBARRI,
Director General Área Innovación Social

Hoy en día, los profesores, los padres de familia y toda la comunidad educativa, tienen en su mano la posibilidad de empezar un importante proceso de innovación en la educación que sea fundamentado científicamente y sostenible en el tiempo.

Las investigaciones realizadas en el ámbito neurocientífico vinculadas al aprendizaje, la memoria, las emociones, los sistemas sensoriales y motores, sistemas atencionales, motivación, ritmo sueño/vigilia, por mencionar algunas de ellas, pueden y necesitan estar armonizadas con las propuestas de aprendizaje impartidas en el aula, con las propuestas curriculares de los centros educativos, con el sistema de evaluaciones y principalmente con la formación continua del profesorado por tratarse de un conocimiento de vital importancia para el ámbito educativo.

Como es un imperativo para nuestra sociedad promover el desarrollo humano, no podemos perder de vista que este va de la mano con la mejora en la calidad de la educación. Ahora bien, para mejorar la calidad de la educación, se necesitan propuestas innovadoras. Es aquí donde surge la Neuroeducación como una de las propuestas a ser tomada en cuenta. Innovar es transformar, es apostar por una educación del futuro. Por tal razón, es de vital importancia implementar en nuestras aulas nuevos componentes que abran camino a un nuevo modelo de práctica pedagógica, un modelo que considere la armonía entre el cerebro, el aprendizaje y el desarrollo humano.

Desde el Área de innovación Social de Innobasque, y más concretamente desde el i-Talde de Educación, pensamos que el estudio de la conducta y de los hábitos del ser humano, así como del funcionamiento completo de nuestro cerebro, va a permitir encontrar algunas respuestas y va a colaborar con una mejor implementación en el campo educativo. Los grandes avances de la neurociencia hasta el momento han conseguido desvelar los mecanismos cerebrales que hacen posible el aprender, el recordar y el grabar la información de manera permanente en el cerebro pero pensamos que la neurociencia va a continuar desenredando los mecanismos del cerebro y nos va a ayudar mucho en el ámbito educativo.

Que todo agente educativo conozca y entienda cómo aprende el cerebro, cómo procesa la información, cómo controla las emociones, los sentimientos, los estados conductuales, o cómo es frágil frente a determinados estímulos, llega a ser un requisito indispensable para la innovación pedagógica y transformación de los sistemas educativos. En este sentido, desde Innobasque estamos convencidos de que el binomio Neurociencia-Educación va a contribuir a disminuir la brecha entre las investigaciones neurocientíficas y la práctica pedagógica.

A medida que el conocimiento relacionado al funcionamiento del cerebro humano vaya siendo más accesible al profesorado, el proceso de aprendizaje se volverá más efectivo y significativo tanto para educador cuanto para el alumno.

Lejos de que la Neurociencia se caracterice como una nueva corriente que entra al campo educativo o que se transforme en la salvación para resolver los problemas de aprendizaje o de la calidad de la educación, la propuesta es que sea una ciencia que aporte nuevos conocimientos al educador, así como lo hace la Psicología, con el propósito de proveerle de suficiente fundamento para innovar y transformar su práctica pedagógica.

LUIS M^a ULLIBARRI

Director General Área Innovación Social

PRÓLOGO

POR FRANCISCO JOSÉ RUBIA VILA

Este documento es el esfuerzo realizado por Nieves Maya y Santiago Rivero para dar a conocer el surgimiento de una nueva disciplina: la neuroeducación. Ambos autores han sido sensibles a la preocupación de los docentes por aplicar los conocimientos, que cada vez con más rapidez, se generan de la investigación en neurociencia.

En el momento presente es necesario y urgente el intercambio de información entre docentes y neurocientíficos para que sus resultados puedan ser aplicados en beneficio de la mejora de los procesos educativos.

El cerebro es un órgano que se modifica con la experiencia. Y, aunque esto es cierto durante toda la vida, existen períodos en la niñez en los que el aprendizaje es mucho más fácil y rápido. Estas ventanas sensoriales deben ser aprovechadas porque, una vez pasadas, ese aprendizaje es mucho más difícil y costoso para el individuo, cuando no imposible.

Siempre se ha dicho que el cerebro es como un músculo, que si no se ejercita se atrofia. Y esta frase que ha sido pronunciada en el pasado de manera intuitiva, hoy tiene un fundamento experimental. Recordemos los desastrosos efectos del abandono de huérfanos en la Rumanía de Ceaucescu, o los niños lobo que durante el período sensible para el aprendizaje de un lenguaje se criaron entre fieras y nunca aprendieron bien a hablar.

Hace pocos años se ha podido comprobar que la generación de nuevas células nerviosas, la llamada neurogénesis, que se creía tenía lugar sólo en el bulbo olfatorio, se produce también en el hipocampo, una estructura relacionada con la memoria y perteneciente al cerebro emocional o sistema límbico. En los medios de comunicación se publicó la noticia del resultado obtenido con técnicas modernas de imagen cerebral en taxistas londinenses que mostraban que el hipocampo de estos individuos era mayor en tamaño que el del resto de los ciudadanos de la City. Responsable de la memoria espacial, el hipocampo de estas personas había aumentado de tamaño con el ejercicio constante de orientación en la ciudad.

Quisiera en este punto señalar que aunque la memoria, como facultad mental importante, debe ser desarrollada, hay otras

facultades, como la inteligencia, la capacidad de asociación entre ideas y sucesos, que, a mi juicio, es más importante que la memoria. Existen personas con una gran memoria y gran inteligencia, pero también hay individuos con una memoria excepcional sin que ésta esté acompañada de una gran inteligencia. Cada facultad mental tiene un componente genético que debe expresarse en un entorno adecuado que la estimule, como nos muestra claramente el ejemplo del lenguaje antes mencionado.

También se conoce que la representación sensorial en el cerebro de la mano izquierda de violinistas y otros músicos que utilizan instrumentos de cuerda es mucho mayor que en otras personas.

Hemos aprendido, asimismo, que niños que se entrenan en artes visuales, como la música, la pintura, la danza o el teatro, pueden reforzar sus sistemas de atención del cerebro y, de esta manera, mejorar sus facultades cognitivas y su fluidez verbal. La música, por ejemplo, también es capaz de mejorar el rendimiento en tareas geométricas abstractas. Y el aprendizaje físico estimula la creatividad, aumenta la motivación y refuerza la inteligencia social.

Conceptos antiguos como memoria o inteligencia han quedado obsoletos al entender que estas facultades se descomponen en diversos tipos que hay que tener en cuenta. La memoria o la inteligencia ya no son unitarias y dependiendo del tipo de que se trate cada uno de ellos debe ser desarrollado adecuadamente. Por eso es importante conocer primero las disposiciones de cada alumno para poder tratarlo de acuerdo con sus facultades. No hay que olvidar que nada se aprende mejor que sobre lo ya conocido y en este sentido al igual que estamos cerca de una medicina personalizada, también en educación nos encaminamos cada día más a una enseñanza que tenga en cuenta las predisposiciones de cada individuo.

No es una moda pasajera el hecho de que hayan aparecido nuevas disciplinas caracterizadas por el prefijo «neuro». La neurociencia está revelando hechos que van a revolucionar la imagen que tenemos del mundo y de nosotros mismos. Ya era hora que nos preocupemos de conocer mejor ese órgano del que dependen todas nuestras conductas, aficiones, teorías científicas o

creencias religiosas, ese universo que ha sido demasiado tiempo olvidado.

En este sentido, no puedo menos de saludar esta iniciativa que entiendo es el comienzo de un desarrollo que será mucho más productivo en muy poco tiempo.

FRANCISCO JOSÉ RUBIA VILA

INTRODUCCIÓN

Sin duda, un aspecto que caracteriza a la actual sociedad del conocimiento es el dinámico avance de la ciencia en campos tan diversos como la física, la genética, las biociencias, las nanotecnologías y diversos campos de la medicina, por citar algunos, ya que este fenómeno se da en la práctica totalidad de los campos del saber, si bien en unos se manifiesta con particular intensidad.

Dentro de este contexto, la neurociencia de la cognición no ha sido excepción.

El ser humano, que venía alcanzando unos logros ciertamente espectaculares en el conocimiento de su entorno gracias a las capacidades de su cerebro, ha desarrollado los medios para profundizar en el conocimiento de éste. Se puede decir que el cerebro está dando unos grandes pasos en el camino dirigido a entenderse e interpretarse a sí mismo y a desentrañar las estructuras y los mecanismos que rigen su funcionamiento y que le permiten conocer, saber, entender, decidir, planificar y ejecutar. Si bien el avance de todo tipo de ciencias constituye un logro digno de la mayor consideración, los objetivos a los que apunta la neurociencia y los logros que se empiezan a conseguir, junto con futuros descubrimientos que ya se atisban, permiten concebir la esperanza de conocer, en un tiempo no demasiado lejano, las claves para el óptimo desarrollo del potencial intelectual de las personas.

Del mismo modo que el desarrollo del ordenador ha hecho posible el desarrollo de todas las ciencias (por ejemplo, la lectura del genoma no habría sido posible sin el concurso de los potentes ordenadores actuales), es de esperar que el conocimiento más profundo del funcionamiento del cerebro, que se intuye próximo, potenciará el desarrollo de todo tipo de conocimientos.

En buena medida, esta esperanza se sustenta en los desarrollos tecnológicos que ponen al alcance de los científicos unos instrumentos excepcionalmente potentes, como las técnicas para la obtención de imágenes que reflejan la actividad del cerebro en funcionamiento, o los avances en otros campos del saber, como la biociencia. Mucho es lo que se ha conseguido en poco más de la última década, pero probablemente muy poco en comparación

con los hallazgos que se esperan descubrir en el futuro a corto y medio plazo.

El cerebro es posiblemente el objeto más complejo del Universo, por lo que el reto de conocerse a sí mismo no es baladí. No obstante, actualmente constituye un serio objetivo de la ciencia, y no hay que olvidar que la ciencia, históricamente, ha ido logrando una gran parte de los objetivos que se ha propuesto (a excepción, claro está, de algunas aventuras pintorescas, como pueden ser la búsqueda de la piedra filosofal o del movimiento continuo que, por cierto, no pueden ser consideradas como proyectos científicos).

Hay que aceptar que la aventura de conocer tiene sus límites. El primero de ellos es que puede ser excesivamente pretencioso pensar que la mente humana pueda llegar a conocerlo todo; con frecuencia, cada enigma que se descifra pone al descubridor frente a uno o varios enigmas, a veces de mayor complejidad que el que acaba de desvelar, y nada garantiza que se llegará a traspasar la última frontera. Por otro lado, no hay que olvidar que el conocimiento, por perfecto que sea, nunca es la réplica exacta de la realidad, sino nuestro modelo mental de ésta, más o menos próximo a ésta, pero que nunca se acopla a ella en su plenitud.

De todas formas, cuando se trata de conocer, lo que se pretende es de disponer de modelos que se acoplen suficientemente bien al entorno, más o menos próximo, al que accedemos o intuimos, de forma que podamos tomar decisiones y proceder de un modo aceptablemente satisfactorio. Dentro de este esquema se enmarca también la investigación acerca del cerebro: el fin perseguido es desarrollar un conocimiento entendido como un modelo que explique con suficiente fidelidad su funcionamiento, y expuestas las cosas así, el descubrimiento de los mecanismos de la cognición y de las bases cerebrales de ésta parece que es algo no demasiado lejano.

En estos momentos, se detecta ya un interés generalizado por los resultados de la neurociencia, que se extiende a ámbitos como el de la economía o el marketing, y por supuesto al campo en el que se ha desarrollado, que es el de la medicina y la biología.

La docencia es un candidato igualmente al aprovechamiento de los descubrimientos que se vayan produciendo en este terreno: se trata de entender el cerebro para educar mejor, entendiendo por «mejor» de una forma más eficiente y con un casi óptimo aprovechamiento de ese gran recurso que es el potencial de las personas.

OBJETIVO Y CONTENIDO DEL TRABAJO

El objetivo del trabajo que se presenta a continuación es conocer, en líneas generales y en la medida en que puede tener un interés para la docencia, el estado de las investigaciones científicas relacionadas con el conocimiento del cerebro: su fisiología y funcionamiento; el análisis de la medida en que existen, o no, prácticas inspiradas en dichos conocimientos; y la identificación de iniciativas que se perciban como prometedoras, en lo referente a expectativas de desarrollos futuros relativos a la aplicación de la neurociencia para la mejora de la docencia.

No se trata por tanto de presentar una visión resumida del estado general del estado de la neurociencia; el objetivo es, simplemente, ver aquello que puede ser utilizado y puede tener una repercusión en la mejora de la enseñanza y el aprendizaje, tanto en lo que pudieran ser realidades actuales como proyectos e iniciativas en marcha que pudieran concluir en resultados de interés para cualquiera de los diversos aspectos de la educación.

Se considera que los avances en el campo de la Neurociencia son imprescindibles para poder progresar en las Ciencias de la Educación. La finalidad última sería la aplicación de estos conocimientos a la Pedagogía y a las políticas educativas.

Como punto de partida se ha querido identificar «quién es quién» y «qué hace» para, a partir de ahí, elaborar una relación de fuentes de conocimiento en esta materia y preparar, posteriormente, un documento básico en el que se recojan las conclusiones de estos estudios.

Las fuentes de información han sido variadas, pero siempre han venido de personas y/o instituciones relevantes en la materia:

En la primera parte del trabajo se recogen algunos aspectos interesantes relacionados con el cerebro: estructuras, funcionamiento y aspectos que inciden en el mismo.

En la segunda parte, se hace referencia a aspectos relacionados con la evolución cerebral, su capacidad de aprender, la influencia de la educación y del entorno para el desarrollo y la activación de la misma, el aprendizaje de cuestiones como las matemáticas y el lenguaje, y otros aspectos, en los que se relaciona la anatomía

cerebral con su incidencia en los procesos de aprendizaje.

En la parte tercera se incluye una relación de personas y organizaciones que están involucradas en la aplicación de la neurociencia a la mejora de las prácticas educativas y otras cuestiones relacionadas con ésta. Por supuesto, esta relación no pretende ser exhaustiva y consta de una selección de referencias que se consideran de interés.

La cuarta parte hace referencia a la situación actual de la neurociencia, la deseable interacción con los profesionales de la educación y qué cabe esperar de esta interdisciplinariedad neurociencia-educación. Asimismo se indican cuáles son las líneas de trabajo que se considera interesante acometer con el fin de sacar un máximo rendimiento de la aplicación de la neurociencia a la educación y el desarrollo de las capacidades de las personas

Por último, se añade un anexo que recoge un breve resumen de las actividades que llevan a cabo las personas y entidades reseñadas en la parte cuarta.

La posibilidad de orientar, en un futuro, a los responsables de las políticas públicas educativas y a los gestores de las instituciones docentes ha sido una de las finalidades de este trabajo y esperamos que resulte de utilidad para ello.

El Profesor Doctor Don Francisco J. Rubia ha desempeñado la función de dirección científica del trabajo.

PRIMERA PARTE

1.- VISIÓN DE CONJUNTO

1.0.- SITUACIÓN ACTUAL DE LA NEUROCIENCIA

Este estudio tiene como finalidad hacer una recopilación y síntesis del estado actual de la neurociencia con objeto de identificar aspectos que puedan ser de utilidad para la mejora de la educación.

En un futuro próximo la neurociencia estará en condiciones de realizar notables aportaciones a la práctica de la docencia

Se ha constatado que muchos trabajos de desarrollo de metodologías para llevar a la práctica los descubrimientos científicos, todavía no están concluidos, por lo que, en la mayor parte de los casos, se cuenta más con hipótesis de trabajo que con teorías contrastadas. No obstante, ya se vislumbra que en un futuro no lejano la neurociencia estará en condiciones de ofrecer unas significativas aportaciones a la práctica de la docencia

El criterio seguido para la selección de información ha consistido en recoger aquello que está comprobado de forma experimental y que aporta conocimiento acerca del funcionamiento del cerebro, esto es, del «cómo aprende el cerebro».

Convendría realizar estudios de prospectiva para evaluar cuáles serán los próximos hallazgos y cuándo estarán disponibles para su aplicación

Los siguientes pasos podrían consistir en la elaboración de un documento más exhaustivo en el que se recojan orientaciones que inspiren la práctica pedagógica, y en la realización de estudios de prospectiva que permitan estimar cuáles serán los próximos hallazgos y cuándo estarán disponibles para su aplicación

1.1.- LA OBSERVACIÓN DEL CEREBRO EN FUNCIONAMIENTO

Como sucede en muchos campos de la ciencia, el desarrollo tecnológico ha potenciado en gran medida la investigación y el desarrollo del conocimiento. El gran avance experimentado por las «Tecnologías de la Información y Comunicación» (TIC), junto con los progresos en el diseño y la construcción de instrumentos y equipamientos destinados a servir de apoyo a la experi-

mentación (especialmente las «técnicas modernas de imagen cerebral» (fMRI), que se describen un poco más adelante), ha puesto al alcance de la mano recursos que hasta hace poco estaban más cerca de lo quimérico que de las posibilidades reales.

Esta situación ha transformado el campo de la neurociencia, donde hasta hace poco la observación del cerebro para su estudio estaba sometida a grandes limitaciones. La información para soporte de la investigación podía clasificarse en las tres categorías siguientes:

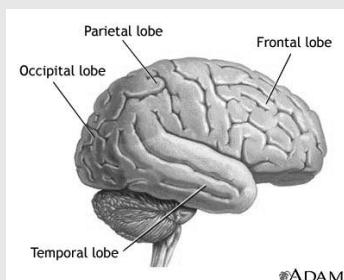
- Las respuestas de las personas a determinados estímulos, de procedencia externa o interna. En estos casos, los investigadores se encontraban con una especie de caja negra: en el mejor de los casos podían conocer el resultado de la acción-efecto, pero no podían observar lo que sucedía dentro de la caja ni conocer los mecanismos de los que se derivaba el que el efecto fuese el que era.
- El análisis de las estructuras de los cerebros muertos, mediante la disección de este tipo de órganos procedentes de personas fallecidas. Lógicamente, no era posible examinar los cerebros en funcionamiento. A lo más que se podía llegar era al establecimiento de correlaciones entre las observaciones en vivo de casos clínicos y las posteriores observaciones de deterioros en ciertas partes del cerebro de los pacientes, si se les practicaba la autopsia una vez fallecidos, aunque las causas podían no ser manifestas.
- La tercera fuente de información eran las respuestas ante ciertos estímulos que, en ocasiones, se podían aplicar a pacientes a los que se les practicaba operaciones, o bien los efectos observados después de distintos tipos de intervenciones. Así, por ejemplo las operaciones, especialmente agresivas, de lobotomía proporcionaban información de las funciones de ciertas partes de los lóbulos frontales. En cualquier caso, estas observaciones se referían a observaciones de cerebros que presentaban anomalías, que eran las que habían determinado la intervención.

Lo que no permitía ninguna de estas aproximaciones era la observación del funcionamiento de un cerebro sano y en

condiciones normales. Por eso, la puesta a punto de los equipos que permiten la obtención de neuroimágenes funcionales ha supuesto un avance muy significativo, debido a la posibilidad de obtener imágenes de las zonas que se activan en el cerebro cuando el sujeto analizado realiza ciertas actividades. Tanto en individuos sanos como en otros que padecen alguna patología.

Una circunstancia importante es que las zonas que se activan en el cerebro son las mismas cuando el sujeto realiza determinadas acciones o está sometido a ciertos efectos, que cuando lo recuerda, lo contempla o lo imagina. Esto facilita la observación, pues dadas las características de los equipos no sería posible obtener las neuroimágenes de un deportista en acción, pero sí cuando recuerda los hechos o ve una secuencia de las imágenes correspondientes en una pantalla.

Los equipos que permiten captar este tipo de información son cada vez más sofisticados y permiten obtener imágenes de mayor resolución, por lo que va aumentando la calidad de la información que refleja la actividad del cerebro en funcionamiento.



La obtención de neuroimágenes funcionales (mediante la técnica que se conoce como fMRI=functional Magnetic Resonance Imaging) se basa en que las neuronas que están activadas, como consecuencia de una determinada actividad mental, demandan una mayor aportación de oxígeno, que al consumirse dan lugar a un efecto de carácter magnético que puede ser detectado por un resonador. De esta forma, se pueden localizar las células en las que se produce este fenómeno y generar el mapa de las áreas del cerebro con mayores niveles de actividad. (Mapa que se suele visualizar en forma de imágenes de colores).

En principio, mediante el empleo de fMRI se pueden generar mapas correspondientes a cualquier tipo de actividad mental. Por este procedimiento se han elaborado mapas de al menos las siguientes funciones: función motora (mano, pie, boca, ojos, cara); función sensorial (dolor, sensibilidad superficial, sensación térmica, sensibilidad profunda, reconocimiento de formas por el tacto, vibración, gusto, olfato); función visual (luz destellante, formas, colores, movimiento, formas complejas); función auditiva (tonos, música, sonidos naturales, percepción estereofónica, localización del sonido, diferenciación de fondo), etc. Hasta el momento, los trabajos más útiles, prácticos y prometedores son los relativos a las áreas implicadas en el lenguaje. Es posible elaborar los mapas correspondientes al lenguaje expresivo (capacidad de hablar), lenguaje receptivo (comprensión), y también la capacidad de discriminar, de categorizar, de recordar palabras, etc. También se ha cartografiado la memoria de trabajo (reciente), la capacidad de recordar lugares, la habilidad de reconocer caras, de hacer operaciones matemáticas, de inhibir una respuesta automática y de cambiar el foco de atención.

1.2.- UN CEREBRO EN ADAPTACIÓN PERMANENTE

Uno de los cometidos importantes del cerebro es la contribución a la supervivencia del individuo, y por tanto, a la suya propia.

El criterio de un gran número de científicos es que el fin último del funcionamiento del cerebro es la supervivencia del individuo, en nuestro caso, la del ser humano. Esto, que en buena medida es cierto, tal vez no lo sea de forma absoluta: cuando la especie humana usó su cerebro para llegar a la luna, no parece que lo hiciese por una cuestión de supervivencia. Las personas utilizan su cerebro para varias cosas que no están ligadas, al menos de forma próxima, con su supervivencia; entre otras razones, algunas personas quieren aprender por una especie de deseo insaciable de saber

La naturaleza de las estructuras del cerebro es tal que conduce a que éste busque la adaptación al medio y, para ello, tiene que

ser extraordinariamente flexible, plástico (como resultado de lo que se conoce como «neuroplasticidad»¹) y capaz de modificar continuamente sus pautas de actuación.

***Durante los periodos sensibles o críticos,
el cerebro es especialmente plástico para establecer
las conexiones que permiten la adquisición
de ciertas habilidades***

A su vez, los circuitos cerebrales² se ven modificados por la experiencia y esta modificación se hace más intensa en unos determinados intervalos de edades clave que se denominan periodos críticos o sensibles³. En la medida que se avanza en la edad, el cerebro pierde plasticidad y disminuye su capacidad de adaptación (con la edad se pierden neuronas y funciones).

No obstante, todos aprendemos cosas nuevas todos los días, también el cerebro adulto. Además, recientemente se ha podido comprobar que existe formación de nuevas neuronas (neurogénesis) en el hipocampo, una estructura del sistema límbico que está relacionada con la memoria. Además, con la edad se produce otro fenómeno, consistente en la consolidación y el refuerzo de los circuitos que dan soporte al ejercicio de las habilidades adquiridas y cuya práctica se mantiene, dando lugar a una mayor eficiencia en el uso de las mismas, tal como describe Elkhonon Goldberg en «*La Paradoja de la Sabiduría*».

***El cerebro evoluciona con la edad
y como resultado de su actividad***

El cerebro se puede cambiar a sí mismo: el tamaño del área cortical⁴ dedicada a una función es variable y depende de su importancia, de la experiencia y de su utilización.

***La maduración del cerebro va acompañada
de dos procesos de crecimiento: el de la sustancia gris
y el de la sustancia blanca, que recubre los axones***

Existen dos líneas diferentes en los procesos de maduración: una, que afecta a la llamada sustancia gris⁵ (que se incrementa en las áreas prefrontales entre los 4-12 años, aunque estudios recientes se inclinan a considerar que este proceso continúa hasta bien entrados los veinte años) y otra, la de la sustancia blanca (que aumenta entre la infancia y la juventud) que da lugar a la

1 La neuroplasticidad es la capacidad de adaptación del Sistema Nervioso modificando las conexiones entre sus células.

2 Los circuitos cerebrales se establecen como resultado de la interacción del cerebro con el medio a través de los órganos sensoriales, o como resultado de la interacción del cerebro consigo mismo a través de los procesos de reflexión. En estos circuitos se basa el conocimiento y la capacidad de reaccionar ante estímulos externos o internos.

3 Aunque periodos críticos y sensibles son conceptos similares, algunos autores definen matices diferenciadores entre ambos, como se explicará más adelante.

4 Como se verá más adelante, la corteza cerebral es la capa exterior del cerebro, de ligero espesor (entre 1,5 y 4,5 mm por término medio, aunque varía de unos lóbulos a otros. En general, va disminuyendo de espesor a medida que se separa del surco de Rolando y forma lo que se llama 'sustancia gris' por su alto contenido en células nerviosas.

5 La sustancia es la que constituye la capa cortical, formada por los cuerpos celulares de las neuronas.

6 Como se verá más adelante, los axones forman parte de las estructuras de conexión entre las neuronas.

mielinización o proceso de recubrimiento de los axones⁶ por la sustancia llamada mielina.

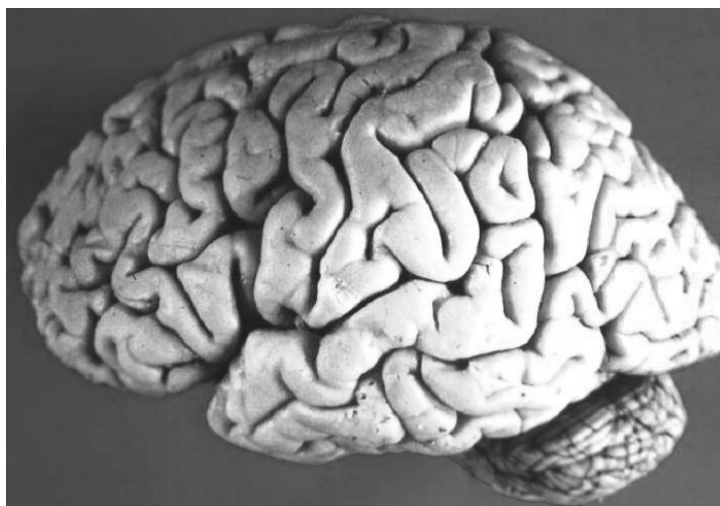
El progreso en el tiempo de la maduración del cerebro progresa en el sentido postero-anterior y se produce antes en el hemisferio derecho que en el izquierdo

Además, la maduración de las diferentes zonas cerebrales no es homogénea en el tiempo: maduran antes las zonas más relacionadas con la adaptación al medio, en una dirección postero-anterior y antes el hemisferio derecho que el izquierdo.

Como expresa el psiquiatra Norma Doidge: «Nos han dado un cerebro que sobrevive en un mundo cambiante, cambiándose a sí mismo». Y cuanto más se use el cerebro más y mejor plasticidad se conseguirá. La plasticidad cerebral no acaba con la adolescencia, sino que persiste a lo largo de la vida en función de la estimulación.

En la figura 1 se puede observar una representación del córtex cerebral, donde aparecen los cuatro lóbulos en que se divide el cerebro:

Figura 1.-
Corteza cerebral



1.3.- ESTRUCTURAS DEL CEREBRO.

UNA VISION DE CONJUNTO.

1.3.1.- LAS NEURONAS Y SUS CONEXIONES.

REDES NEURONALES.

Como se ha comentado, el cerebro es un órgano moldeable y activo, el cual se adapta rápidamente al medio ambiente a lo largo de la vida. Este órgano está formado por cien mil millones de neuronas aproximadamente, cada neurona recibe aproximadamente unas 10.000 conexiones, y pesa en los individuos adultos alrededor de 1,4 kilogramos.

Las neuronas están especializadas en la recepción de estímulos y conducción del impulso nervioso que éstas generan (en forma de lo que se denomina potencial de acción). También tienen la capacidad de comunicarse con precisión, rapidez y a larga distancia con otras células, ya sean nerviosas, musculares o glandulares. A través de las neuronas se transmiten señales eléctricas denominadas impulsos nerviosos. Estos impulsos nerviosos viajan por toda la neurona comenzando por las dendritas hasta llegar a los botones terminales (ver esquema más adelante), que pueden conectar con otra neurona, fibras musculares o glándulas. La conexión entre una neurona y otra se denomina sinapsis.

Un buen funcionamiento del cerebro depende de la calidad de la transmisión de los impulsos eléctricos por el entramado formado por las neuronas y las conexiones entre ellas; de ahí la importancia de la mielinización (que actúan como aislante de las redes axones-dendritas) y de los neurotransmisores, necesarios para las conexiones sinápticas

La sinapsis permite a las neuronas comunicarse entre sí, transformando una señal eléctrica en otra química. La transmisión de información dentro del cerebro se produce mediante la actividad de sustancias denominadas neurotransmisores, capaces de generar nuevos impulsos eléctricos en las neuronas con las que reaccionan.

Las neuronas, como ya se ha dicho, están dotadas de fibras largas (axones; el axón es una prolongación del soma⁷)

7 Soma: cuerpo neuronal

y de fibras cortas (dendritas). Las dendritas son ramificaciones que proceden del soma neuronal. Gracias a estas fibras, en el cerebro, se producen las conexiones entre neuronas. Cuando una neurona se activa produce un potencial de acción que se transmite por el axón hasta sus últimas prolongaciones, llamadas botones terminales, donde se vacían en las sinapsis las moléculas de neurotransmisor que modifican la permeabilidad de las membranas de otras células con las que contactan activándolas o inhibiéndolas.

Resaltando la importancia de las conexiones entre neuronas, el Profesor Francisco Rubia señalaba, en su conferencia «La Medicina del Futuro», que la neurociencia se ha movido hasta ahora en tres planos distintos: en el plano superior se han intentado aclarar las funciones de grandes áreas cerebrales, como las de la corteza, la amígdala o los ganglios basales; en el plano intermedio se ha intentado describir lo que ocurre en redes neuronales de varios cientos o miles de células; y en el tercer plano se han investigado los procesos a nivel de células aisladas y moléculas.

Los resultados más espectaculares se han producido en el plano superior y en el inferior, pero nos falta obtener resultados en el plano medio. En el primer plano hemos conseguido, con la ayuda de las técnicas de imagen, obtener información sobre funciones globales, cognitivas. En el plano inferior, técnicas modernas como la de «patch clamp», que permite el estudio del comportamiento eléctrico de canales aislados de membrana, la microscopia de fluorescencia y otras, han hecho posible el estudio de receptores y canales de la membrana celular, los neuro transmisores y neuromoduladores y de la transmisión del impulso nervioso.

Pero nos falta información del plano intermedio. Precisamente el funcionamiento de las redes neuronales, base de las funciones cerebrales más importantes, se nos escapa aún. No sabemos cómo las neuronas hablan entre sí y cómo se unen para completar una función determinada. Tampoco sabemos cuáles son las reglas con las que el cerebro trabaja, cómo crea la realidad exterior sobre la base de energías que llegan a través de los órganos de los sentidos, cómo propicia activamente la percepción, o cómo mezcla la información recibida con experiencias pasadas. Tampoco entendemos cómo

planifica las acciones futuras. En este plano las técnicas modernas de imagen cerebral poco pueden hacer, ya que la activación de determinadas áreas durante ciertas tareas no nos dice cómo actúa el cerebro en conjunto ante ciertos retos.

Más adelante, el Profesor Rubia añade:

Pero también es cierto que hoy sabemos que la capacidad de aprendizaje es superior a la que sospechábamos antes y que es posible la formación de nuevas sinapsis incluso a edades avanzadas. En este sentido, la neurogénesis en el hipocampo ha sido un gran descubrimiento reciente.

En las siguientes figuras se observa una neurona (Figura 2) y cómo se produce una conexión entre dos neuronas (Figura 3)

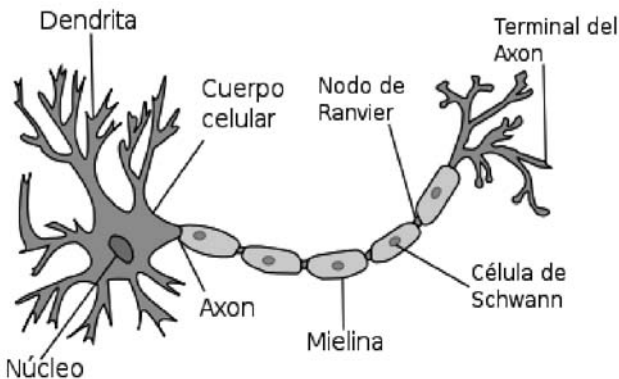


Figura 2: Representación de una neurona

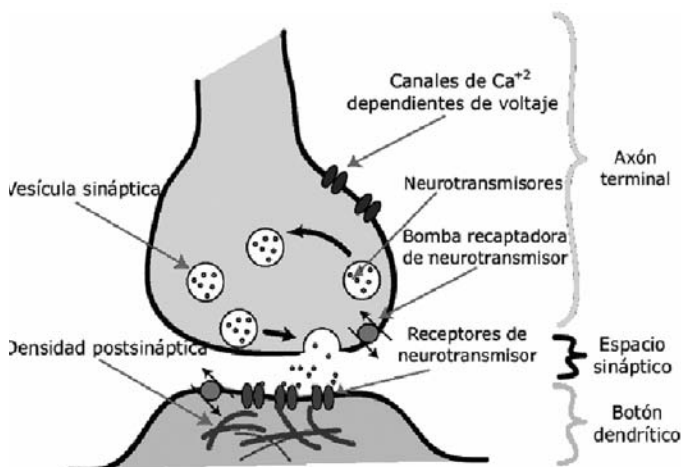


Figura 3: Representación de la sinapsis entre neuronas

1.3.2.- LAS GRANDES ÁREAS DEDICADAS AL PROCESO DE LA INFORMACIÓN SENSORIAL, LA PERCEPCIÓN, LAS EMOCIONES, LA COGNICIÓN, LAS FUNCIONES EJECUTIVAS.

Tras conocer cómo realizan las neuronas sus conexiones, se explican a continuación las diferentes áreas del cerebro encargadas de recoger información sensorial. El cerebro es una parte del encéfalo de los animales vertebrados que forma parte del sistema nervioso central y es muy rico en neuronas que tienen funciones especializadas.

El cerebro es el único órgano completamente protegido por una bóveda ósea y está alojado en la cavidad craneal. Procesa la información sensorial, controla y coordina el movimiento y el comportamiento, y puede llegar a dar prioridad a los latidos del corazón, la presión sanguínea, el equilibrio de fluidos y la temperatura corporal (es decir, a todo aquello relacionado con la supervivencia).

Una parte importante del cerebro humano es la corteza cerebral, estimándose que contiene unos 20.000 millones de neuronas y es responsable de procesar la información sensorial, la cognición, las emociones, la memoria y el aprendizaje. Por ejemplo, la corteza visual, situada en la parte posterior del cerebro, interpreta los estímulos visuales que entran por los ojos; la corteza frontal, situada en la parte anterior del cerebro, se encarga de importantes funciones, tales como planear acciones, seleccionar e inhibir respuestas, controlar emociones y tomar decisiones.

El sistema emocional, también llamado sistema límbico (véase la figura 3 más adelante) es responsable de todas las emociones básicas. A él pertenecen estructuras como la amígdala o el hipocampo. La amígdala recibe información de todas las modalidades sensoriales y envía más información a la corteza cerebral que la que recibe de ésta. De ahí la importancia que tienen las emociones en los procesos cognitivos. Todos los procesos de aprendizaje que se realizan en el cerebro tienen una base emocional. Algunas áreas de la corteza prefrontal tienen una estrecha conexión de tipo inhibitorio con el sistema límbico,

lo que permite el control de las emociones y la adaptación a los cambios permanentes que tienen lugar en la conducta del individuo. La inhibición de nuestras emociones es lo que ha permitido nuestra vida en sociedad, por lo que a esas áreas corticales se las ha denominado ‘el órgano de la civilización’.

Un caso típico en la historia de la neurología es el de Phineas Gage, que tuvo lugar en el año 1848. Gage trabajaba como encargado para una compañía de Nueva Inglaterra, en la construcción de un nuevo trazado de ferrocarril. Mientras preparaba una voladura de roca, se produjo un accidente que causó el que una barra de hierro que estaba utilizando saliese proyectada a gran velocidad y le alcanzase en la mejilla izquierda, siguiendo una trayectoria con salida por la parte superior del cráneo. Como consecuencia, resultó seriamente dañado el lóbulo frontal de su cerebro, en la zona ventromedial prefrontal de ambos hemisferios, pero sin que se vieses afectadas otras partes. Como resultado de las lesiones sufridas, pareció convertirse en otra persona. Sorprendentemente, se recuperó en poco tiempo de sus lesiones físicas, pero su comportamiento sufrió una extraña transformación. Conservó prácticamente intactas sus facultades relativas al lenguaje, la motricidad, la capacidad de cálculo, la atención, la percepción, la memoria y, en general, los aspectos relacionados con la inteligencia, ya que todo ello se asienta en zonas cerebrales que no resultaron dañadas.

Por el contrario la zona que resultó destrozada fue la correspondiente a la localización de la capacidad para prever y planificar el futuro y para evaluar y anticipar las consecuencias de sus decisiones, así como su moralidad, funciones que son absolutamente necesarias para llevar una vida social normal y para seguir un comportamiento de acuerdo con unas normas éticas previamente aprendidas. El cambio de comportamiento que experimentó como consecuencia de ello fue tal, que aunque conservó todas las restantes facultades antes citadas, la empresa para la que trabajaba decidió no volverle a contratar y él no fue capaz de conseguir un trabajo estable durante el resto de su vida, que se prolongó durante trece años más y que fue bastante desastrosa en el aspecto social y personal.

El sistema auditivo, en el lóbulo temporal, permite distinguir sonidos, ritmos, entonaciones y componentes sonoros del habla. La percepción sonora se transmite al área de Wernicke y al lóbulo parietal inferior, que interpretan estos sonidos. El área de Wernicke, encargada de la decodificación de lo oído y de la preparación de posibles respuestas, da paso después al área de Broca, desde la que se activan los músculos fonadores para asegurar la producción de sonidos articulados.

1.4.- EL SISTEMA LÍMBICO

1.4.1.- PRINCIPALES ESTRUCTURAS DEL SISTEMA LÍMBICO Y SUS FUNCIONES

El sistema límbico se ocupa de las emociones, de los sentimientos y de la memoria y es decisivo para la supervivencia del individuo. Funciona de manera inconsciente y moviliza al organismo antes de que el individuo tenga consciencia de sus respuestas

Aunque no puedan comunicarse verbalmente, los bebés, así como los mamíferos animales de compañía se sirven del lenguaje no verbal o emocional que reconoce expresiones del rostro, tono de voz, posturas y movimientos corporales. Es en la infancia en la que debe estimularse la sociabilidad, ya que pasada esta época, si no ha sido desarrollada, el individuo puede tener serias dificultades para actuar normalmente en su entorno.

El sistema límbico está presente en el momento en que nacemos, al contrario del cortex cerebral que se irá desarrollando paulatinamente. En los dos primeros años de nuestra vida, cuando aún el cortex no ha sido desarrollado, nuestra memoria es limitada e inconsciente porque depende de la maduración del hipocampo que termina de hacerlo a los cuatro años de edad. Esta memoria almacena sucesos simples en el inconsciente que en muy limitadas ocasiones salen a luz en el consciente. Más tarde, a medida que el hipocampo y la corteza orbitofrontal se desarrollan, se adquiere un tipo de memoria mucho más compleja y consciente que se ocupará de identificar nuestra identidad y nuestras vivencias.

El sistema límbico es el sustrato de las reacciones emocionales relacionadas con la formación reticular (alerta) y

con las estructuras corticales que permiten las representaciones (visuales, auditivas...) así como las valoraciones (lóbulo frontal) y que adaptan el comportamiento emocional según la historia y el entorno de cada individuo. El comportamiento emocional se incluye también en la comunicación interhumana: existe una vertiente receptiva (identificar emociones ajenas) y una vertiente expresiva (expresar las emociones propias de cada individuo).

En la comunicación con otras personas juegan un papel importante las llamadas 'neuronas espejo', localizadas en el lóbulo frontal y que se activan cuando realizamos un movimiento, como agarrar una taza de café, pero también cuando observamos a otra persona hacer el mismo movimiento. Entre estas neuronas se encuentran otras que se activan con las expresiones emocionales de otras personas activando las mismas reacciones en nosotros. Son, por tanto, la base neurobiológica de la empatía y se supone que han jugado un papel importante en el desarrollo primero del lenguaje gestual y, posteriormente, del lenguaje hablado. Estas neuronas se encuentran precisamente en la región donde se encuentra el área motora del lenguaje o área de Broca.

En la figura 4 se aprecia desde diferentes perspectivas las áreas de especial relevancia en el sistema límbico:

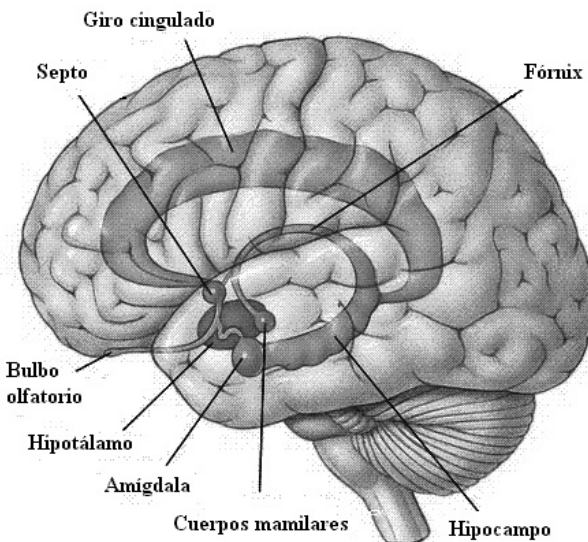
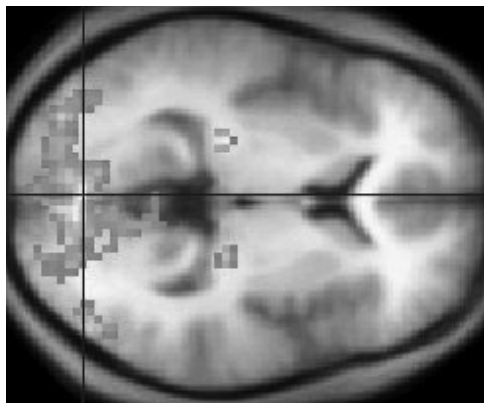


Figura 4.-
Estructuras del cerebro
límbico

Descripción de las áreas:

- El **tálamo** se ocupa de recibir toda la información sensorial excepto la del olfato, que es procesada por otras áreas del cerebro.
- El **hipotálamo** regula las funciones vegetativas, como el hambre y la saciedad, la sexualidad, el sueño, la temperatura y los mecanismos neuroendocrinos y neurovegetativos de la emoción.
- El **hipocampo** está asociado a la memoria, orientación espacial, aprendizaje y a la regeneración neuronal que se da gracias al sueño y el descanso. El hipocampo recibe múltiples aferencias, especialmente de la amígdala.
- La **amígdala** está considerada el elemento central del puzzle de las estructuras implicadas en la gestión emocional. Recibe aferencias corticales, está conectada directamente con la corteza orbitofrontal (que está relacionada con la toma de decisiones), pero también con el hipocampo (memoria), ganglios basales y núcleos septales. Es fundamental para el aprendizaje emocional
- El **área septal**, a diferencia de la amígdala, estaría implicada en el refuerzo positivo de las emociones, ya que su estimulación transmite sensaciones agradables de componente sexual.
- El **estriado ventral** es la interfase entre la motivación y la acción. Está bajo el control del lóbulo frontal y recibe conexiones de la amígdala y el hipocampo; es fundamental para la iniciación de los movimientos.



1.4.2.- LAS EMOCIONES: SU GENERACIÓN Y EFECTOS QUE SE DERIVAN DE ELLAS

(Sus conexiones y relaciones funcionales con otras partes del cerebro).

A pesar de contar con más de una función, el sistema límbico es el sustrato neurobiológico de las emociones. Las emociones están intrínsecamente ligadas al aprendizaje debido a su relación con la motivación, que proporciona el potencial energético necesario para la puesta en marcha de los comportamientos.



En el ser humano, las emociones son el aspecto subjetivo de reacciones instintivas relacionadas con necesidades biológicas fundamentales (supervivencia). La motivación no se limita a necesidades biológicas fundamentales, sino que también estimula comportamientos más elaborados, como la cognición o la toma de decisiones.

Por lo tanto, se puede concluir que las emociones positivas ayudan a la motivación mientras que las emociones negativas obstaculizan cualquier intento por aprender. A su vez, el uso de las emociones positivas para el desarrollo cognoscitivo es de especial importancia en la autoestima del alumno, ya que

aprende a no asociar el fallo al fracaso o a emociones negativas. Según Bruno de La Chiesa, las emociones positivas que derivan del aprendizaje pueden resultar tan placenteras y motivadoras que animen al individuo a seguir aprendiendo, lo que el autor denomina el «orgasmo intelectual».

En la figura siguiente se representa, de forma esquemática, el hecho de que la satisfacción que produce el comprobar que se ha aprendido o comprendido, provoca la generación de emociones positivas como resultado de la realimentación que recibe el sistema límbico.



Los estados de estrés o miedo perjudican al aprendizaje. Un moderado nivel de estrés resulta positivo para el mantenimiento del estado de alerta y de la atención. La atención es la base del conocimiento y de la acción, es una orientación-concentración mental hacia una tarea y la inhibición de otras tareas que compiten por la atención. En esta reacción intervienen la amígdala, el hipocampo y el lóbulo frontal; este estado de alerta permite al cerebro estar en las condiciones óptimas para tratar la información. Sin embargo, más allá de eso puede resultar nefasto ya que se segrega cortisol, una sustancia química que produce efectos negativos en el aprendizaje y en la memoria. Varios estudios apuntan a que un buen método para evitar las situaciones de excesivo estrés o miedo en las aulas consiste en aumentar el tiempo dedicado a actividades de educación física.

Se ha comprobado que el estrés crónico y postraumático es capaz de lesionar el desarrollo cerebral del niño, sobre todo observable en el hipocampo

***Aprender a retrasar la gratificación y a cooperar
con el grupo constituye un buen ejercicio para el
desarrollo de la inteligencia emocional***

Muy unido a esto se encuentra la importancia de controlar las emociones. La inteligencia emocional se refiere a la habilidad de autorregularse, es decir, de controlar los impulsos e instintos inmediatos, pero también se refiere a la cooperación, esto es, truncar una satisfacción personal para ayudar o satisfacer al prójimo. Aprender a retrasar la gratificación y a cooperar con el grupo es un buen método para formar alumnos emocionalmente inteligentes.

1.5. LA CORTEZA CEREBRAL.

1.5.1.- LAS FUNCIONES DE LA CORTEZA CEREBRAL:

LA ESPECIALIZACIÓN DE LAS DISTINTAS REGIONES.

La corteza es la parte más nueva (evolutivamente) y la más grande del cerebro. Es aquí donde ocurre la percepción, la imaginación, el pensamiento, el juicio y la decisión.

Es ante todo una delgada capa de sustancia gris – normalmente de 6 capas de neuronas de espesor, de hecho – por encima de una amplia colección de vías (axones) de sustancia blanca. La delgada capa está fuertemente circunvolucionada, por lo que si se extendiese, ocuparía unos 2500 cm². Esta capa (sólo la corteza) incluye unos 20.000 millones de neuronas, con unas 10.000 conexiones.

Las circunvoluciones tienen «crestas» que se llaman giros, y «valles» que se llaman surcos. Algunos surcos son bastante pronunciados y largos, y se usan como límites convenidos entre las cuatro áreas del cerebro llamadas lóbulos.

La especialización de las diferentes regiones se observa en las figuras 5 y 6 y se describe a continuación:

Figura 5.- Exterior del cerebro desde el lado izquierdo

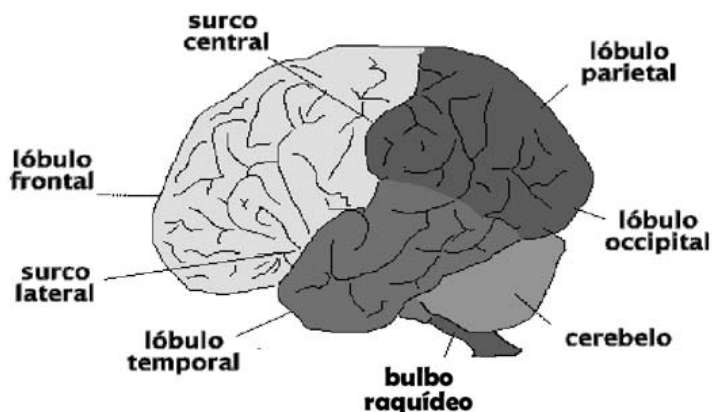
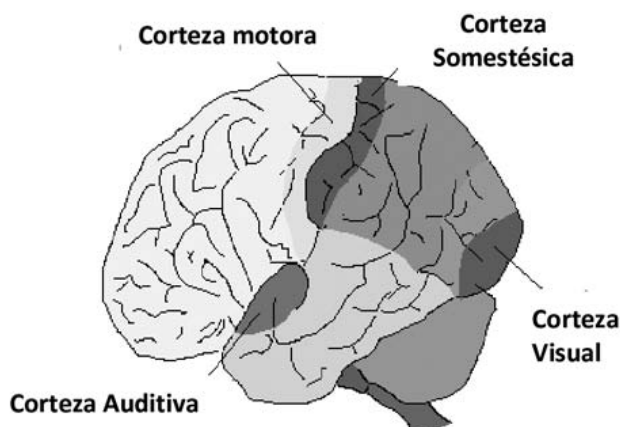


Figura 6
Especialización de la corteza cerebral



Los lóbulos prefrontales, además de constituir el sustrato anatómico de las funciones ejecutivas, están implicados en las motivaciones y conductas del sujeto

La parte delantera más alejada se llama lóbulo frontal. Este parece ser especialmente importante: este lóbulo es el responsable de los movimientos voluntarios y la planificación y se piensa que es el lóbulo con mayor incidencia en la personalidad y la inteligencia.

El lóbulo frontal está limitado por las cisuras de Silvio, de Rolando y la cisura Subfrontal.

La corteza prefrontal es el sustrato anatómico para las funciones ejecutivas, aquellas que nos permiten dirigir nuestra conducta hacia un fin y comprenden la atención, planificación, secuenciación y reorientación sobre nuestros actos. Además, los lóbulos frontales tienen importantes conexiones con el resto del cerebro, ya que están implicados en los componentes motivacionales y conductuales del sujeto.

El área de Broca se encarga de la producción lingüística oral y de los movimientos de los órganos de articulación de los sonidos

El área de Broca está localizada en el lóbulo frontal, área de la corteza frontal de los vertebrados localizada en la parte anterior izquierda del cerebro. Esta área se encarga del habla y de los movimientos de los órganos fonoarticulatorios. El área de Broca es importante en la formación de palabras. El hemisferio izquierdo se considera dominante en la mayoría de las personas por ser la sede del área de Broca y de las demás áreas lingüísticas.

La corteza prefrontal se vincula también con la personalidad y con la regulación de los sentimientos, la iniciativa, el juicio y la atención

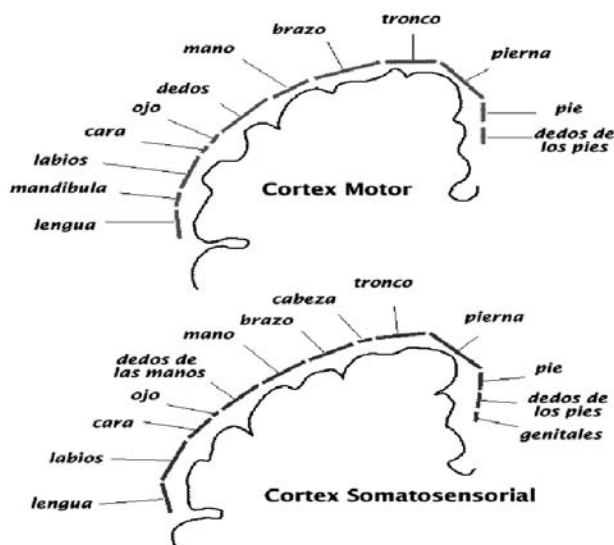
Por último, la corteza prefrontal se vincula con la personalidad del individuo y con la regulación de los sentimientos, así como en la iniciativa, el juicio y la atención del individuo.

En la parte posterior del lóbulo frontal, a lo largo del surco que lo separa del lóbulo parietal, existe un área llamada corteza motora. En estudios con pacientes que estaban recibiendo cirugía en el cerebro, la estimulación de áreas de la corteza motora con pequeñas descargas eléctricas causaba movimientos. Ha sido posible para los investigadores realizar un mapa de nuestra corteza motora bastante preciso. Las partes más bajas de la corteza motora, cercanas a las sienes, controlan los músculos de la boca y la cara. Las partes de corteza motora cercanas a la parte superior de la cabeza controlan las piernas y los pies (Ver figura 8).

Detrás de los lóbulos frontales está el lóbulo parietal. Éste está limitado por delante por la cisura de Rolando, por debajo por la cisura de Silvio, por detrás por la cisura occipital y por

dentro por el surco subparietal. Este lóbulo se extiende por la cara externa del hemisferio, ocupando solo una pequeña parte de la cara interna. Incluye un área llamada corteza somatosensorial, justo debajo del surco que separa este lóbulo del lóbulo frontal. De nuevo, los médicos estimularon los puntos de esta área encontrando que sus pacientes describían sensaciones como si les tocasen en varias partes de su cuerpo. Al igual que con la corteza motora, se puede trazar un mapa de la corteza somatosensorial, con la boca y la cara cercana a las sienes y las piernas y pies en la parte superior de la cabeza (Ver figura 7).

Figura 7: Localización de las diferentes zonas del cuerpo en la corteza motora y somatosensorial



El lóbulo temporal: El área especial es la corteza auditiva primaria. Como su nombre indica esta área está íntimamente conectada con los oídos y especializada en la audición. En la parte trasera de la cabeza está el lóbulo occipital. En la parte trasera del lóbulo occipital está la corteza visual, la cual recibe información desde los ojos y se especializa, por supuesto, en la visión. Este lóbulo está limitado por las cisuras perpendiculares interna y externa, por delante; no existe ningún límite en la cara interior del mismo.

Las áreas de los lóbulos que no están especializadas se llaman corteza de asociación. Además de conectar las cortezas

sensorial y motora, se piensa que es también el lugar donde nuestros procesos de pensamiento ocurren y muchas de nuestras memorias son finalmente almacenadas.

1.5.2.- LOS HEMISFERIOS

Si se observa al cerebro desde arriba, resulta inmediatamente obvio que se divide en dos desde adelante hacia atrás. Hay, de hecho, dos hemisferios, como si tuviésemos dos cerebros en nuestras cabezas en lugar de solo uno. Por supuesto, esas dos mitades están íntimamente unidas por un arco de sustancia blanca, llamado cuerpo calloso.

Aunque ambos hemisferios humanos son opuestos no son la imagen geométrica invertida uno del otro. Las diferencias funcionales entre hemisferios son mínimas y sólo en algunas pocas áreas se han podido encontrar diferencias en cuanto a funcionamiento.

Normalmente, en el hemisferio izquierdo residen el lenguaje, las matemáticas y la lógica.

El derecho se ocupa de la orientación espacial, el reconocimiento de caras, la imagen corporal y la capacidad de apreciar el arte y la música.

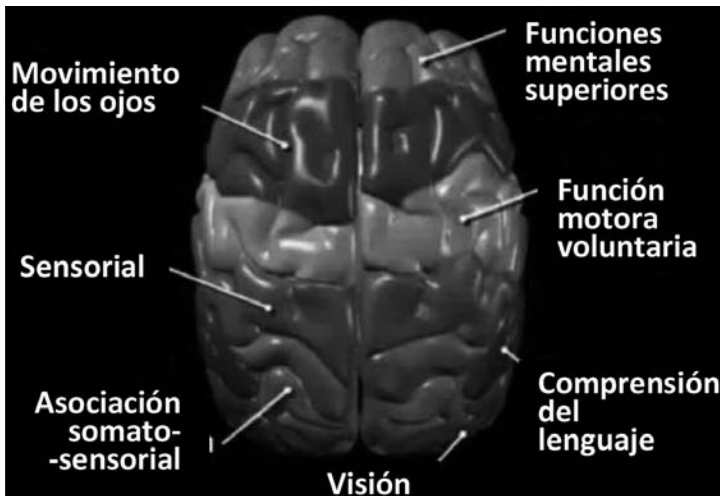


Figura 8: Especialización de la corteza cerebral

En la figura 8 se puede observar el cerebro humano visto desde arriba, en la que se pueden diferenciar claramente los hemisferios cerebrales. La región anterior del cerebro está en la parte superior de la figura:

De varias formas, los investigadores han descubierto que las dos partes tienen alguna especialización. El hemisferio izquierdo está relacionado con la parte derecha del cuerpo (normalmente), y el hemisferio derecho está relacionado con la parte izquierda del cuerpo. Además, es el hemisferio izquierdo el que normalmente tiene el lenguaje, y parece ser el principal responsable de sistemas similares como las matemáticas y la lógica. El hemisferio derecho tiene más que ver con cosas como la orientación espacial, el reconocimiento de caras, y la imagen corporal. También parece que gobierna nuestra capacidad de apreciar el arte y la música.

Hay muchas anécdotas interesantes que vienen de su investigación. Por ejemplo, resulta que, aunque el hemisferio izquierdo tiene el lenguaje, es bastante malo para el dibujo. El hemisferio derecho, que controla la mano izquierda, podría dibujar bastante bien.

***La lógica y las actividades intelectuales hacen
uso, preferentemente, del córtex prefrontal***

El cuerpo calloso mantiene la comunicación entre las dos mitades de nuestro cerebro.

Relacionado con las distintas áreas, se ha dicho que el lenguaje y la lógica dotan al individuo de mayor capacidad de adaptación al medio. Las áreas más especializadas en el lenguaje son la de Broca y la de Wernicke (estas áreas se encuentran en la mayoría de los individuos en el hemisferio izquierdo) y las áreas más involucradas en la lógica y actividades intelectuales se ubican principalmente en la corteza prefrontal (ver figura 9).

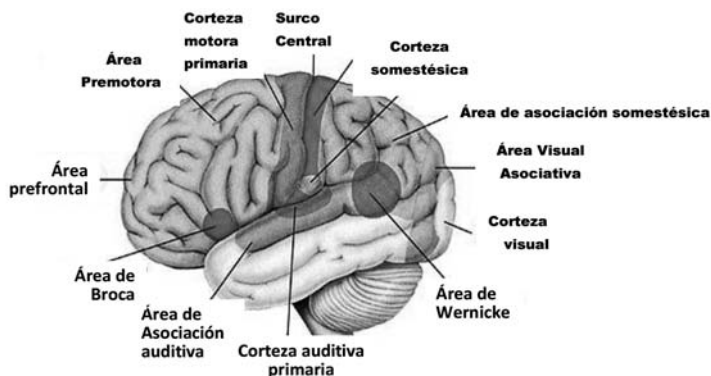


Figura 9 :
Especialización de la
corteza cerebral

1.5.3. LA TEORÍA DE LAS INTELIGENCIAS MÚLTIPLES

La teoría de las inteligencias múltiples es un modelo propuesto por Howard Gardner, en el que la inteligencia no es vista como algo unitario, que agrupa diferentes capacidades específicas, sino como un conjunto de inteligencias distintas e independientes.

Gardner, por un lado, amplía el campo de lo que es la inteligencia y reconoce que la brillantez académica no lo es todo. A la hora de desenvolverse en la vida no basta con tener un gran expediente académico. Por otra parte, define la inteligencia como una capacidad. Hasta hace muy poco tiempo la inteligencia se consideraba algo innato e inamovible.

Gardner identifica actualmente hasta un total de nueve tipos de inteligencias:

- Inteligencia lingüística: la que tienen los escritores, poetas, redactores... Utiliza ambos hemisferios.
- Inteligencia lógico-matemática: utilizada para resolver problemas de lógica y de matemáticas. Es la inteligencia que tienen los científicos. Se corresponde con el modo de pensamiento del hemisferio lógico y con lo que la cultura occidental ha considerado siempre como única inteligencia.
- Inteligencia espacial: permite construir un modelo mental del mundo en tres dimensiones. Es la inteligencia que tienen los marineros, pilotos, ingenieros, cirujanos, escultores, arquitectos, decoradores y diseñadores.

- Inteligencia musical: permite desenvolverse adecuadamente a cantantes, compositores y músicos.
- Inteligencia corporal-cinestésica: capacidad para utilizar el propio cuerpo para realizar actividades o resolver problemas. Es la inteligencia de los deportistas, artesanos, cirujanos y bailarines.
- Inteligencia intrapersonal: permite entenderse a sí mismo, detectar las propias emociones y gestionarlas. Se la suele encontrar en los buenos vendedores, políticos, profesores o terapeutas.
- Inteligencia interpersonal: es la que tiene que ver con la capacidad de entender a otras personas y trabajar con ellas. Se la suele encontrar en políticos, profesores, psicólogos y administradores.
- Inteligencia naturalista: utilizada cuando se observa y estudia la naturaleza, con el objeto de saber organizar, clasificar y ordenar. Es la que demuestran los biólogos o los herbolarios.
- Inteligencia existencial: permite la apertura a otras realidades supranaturales.

Una deficiencia del sistema escolar es que presta muy poca atención al desarrollo de algunas de estas inteligencias y de las capacidades asociadas a ellas

Todos los seres humanos poseen las nueve inteligencias en mayor o menor medida. Todas las inteligencias son igualmente importantes; el problema es que el sistema escolar prioriza las dos primeras de la lista.

1.6. EL MODO COMO APRENDE EL CEREBRO

La configuración cerebral no está totalmente determinada por los genes, no todos los sistemas cerebrales cuentan con períodos críticos similares y, además, el aprendizaje del cerebro se produce en función de las demandas del entorno.

Casi todas las neuronas del cerebro se generan antes de nacer (durante los tres primeros meses de gestación). Su generación se denomina neurogénesis y sólo sobreviven la mitad de las

que nacen, y son aquellas que establecen conexiones con otras neuronas e identifican los estímulos importantes.

El ser humano nace con casi todas las neuronas que llegará a tener, salvo las que se refieren al cerebelo y al hipocampo (su número aumenta después del nacimiento).

La reorganización de las neuronas y la formación de las conexiones es muy intensa durante el primer año; posteriormente se produce una «poda», eliminándose las conexiones que no se utilizan.

Durante el desarrollo del ser humano tiene lugar la reorganización de las neuronas y sus conexiones. El número de conexiones aumenta espectacular y rápidamente durante el primer año de vida y, posteriormente, sufre una poda quedando aquellas que son funcionales, estabilizándose alrededor de los diez años (excepto en la corteza prefrontal, que prosigue hasta más allá de los 18 años; según parece, puede continuar hasta bien entrados los veinte).

Los tres primeros años de vida son muy importantes para la configuración del cerebro.

Los tres primeros años de vida de una persona son muy importantes para este desarrollo, por lo que exponer a los niños a entornos enriquecidos y estimulantes en este tiempo, permite aprovechar todos los períodos críticos del aprendizaje cerebral. No obstante, no es aconsejable hiperestimular de forma continuada el cerebro a una edad muy temprana porque no es capaz de asumir este proceso, ya que nuestro cerebro necesita descanso en un ambiente tranquilo, relajado y emocionalmente estable.

Es muy conveniente que, en determinados momentos, se produzcan experiencias de aprendizaje, aunque es posible recuperar funciones fuera de estos períodos si la privación no ha sido larga en el tiempo y si se posibilitan momentos de entrenamiento y estimulación (especialmente favorable es la que se produce en contacto con otros grupos humanos).

Blakemore opina que *«aunque es posible desarrollar capacidades sensoriales incluso después del período sensible,*

las destrezas que se adquieren pasado el mismo son ligeramente distintas y, tal vez, se basan en estrategias y vías cerebrales diferentes de las que se habrían adquirido durante el período sensible».

Los entornos deprimidos no sólo afectan al cerebro del bebé, sino también al cerebro adulto, pero una adecuada rehabilitación puede producir una recuperación de las capacidades.

Por otro lado, se puede constatar que somos capaces de aprender y recordar una gran variedad de cosas y que éstas no se almacenan ni se procesan en las mismas áreas cerebrales (diversos tipos de aprendizaje utilizan diferentes zonas cerebrales). Además ninguna estructura cerebral puede explicar todas las formas de aprendizaje y el modo como una información queda almacenada puede cambiar con el paso del tiempo. Es un hecho que, a medida que tenemos más conocimientos sobre un aspecto determinado, aprender resulta más fácil y se lleva a cabo de forma más efectiva, por este motivo cuanto más sabemos de algo, más fácil resulta aprender cosas nuevas.

Con el fin de acercarse de una manera más didáctica a cómo se produce la adquisición de aprendizajes es útil poder diferenciar entre el aprendizaje explícito y el implícito.

El aprendizaje implícito es el de los hábitos y habilidades y se desarrolla de manera inconsciente.

El aprendizaje implícito es el de los hábitos y habilidades y el influido por los aspectos emocionales. Durante los procesos de aprendizaje la información está presente y se puede manipular y mantener gracias a la memoria de trabajo.

La consolidación de los aprendizajes se lleva a cabo gracias a la memoria, cuya formación incluye dos etapas: la memoria a corto plazo (inmediata y limitada) y la memoria a largo plazo (permite almacenar gran cantidad de información, durante tiempo ilimitado y es más estable y duradera).

El proceso de formación de la memoria a largo plazo es progresivo: en primer lugar, el aprendizaje que se produce a partir de la entrada de información a través de los sentidos, posteriormente, las sucesivas evocaciones y repeticiones permiten que la memoria se vaya estabilizando y consolidando y, por último, la recuperación de lo almacenado.

En el paso de los aprendizajes de la memoria de corto a largo plazo (su consolidación en la neocorteza) tiene un papel importante el lóbulo temporal (en todo el aprendizaje de tipo explícito), el hipocampo (para procesar y recordar la información espacial y contextual) y las zonas de la corteza que lo rodean.

El aprendizaje emocional es un tipo de aprendizaje implícito y su localización está en la amígdala. Se encuentra implicada en el aprendizaje del miedo, la cognición social y en el reconocimiento de las expresiones faciales emocionales. Una lesión en la amígdala, por ejemplo, impide emitir juicios sociales a partir de expresiones faciales.

Dentro del aprendizaje implícito también podemos hablar del aprendizaje procedimental, es decir, del aprendizaje de hábitos y habilidades que implican a los sistemas sensoriales y motores. El cerebelo y los ganglios basales regulan esta información.

1.7. ASPECTOS QUE INCIDEN EN EL FUNCIONAMIENTO DEL CEREBRO:

1.7.1. ALIMENTACIÓN

Para funcionar correctamente el cerebro requiere oxígeno, ácidos grasos, agua y glucosa. El oxígeno se obtiene por la circulación de la sangre a través del cuerpo, que puede ser potenciada gracias al ejercicio físico.

Los ácidos grasos de cadena larga, omega-3 y omega-6, son vitales para el desarrollo adecuado del cerebro, ya que componen las membranas celulares que constituyen un 30% del cerebro. Son necesarios para la sinapsis cerebral y para el funcionamiento de los ojos. Los ácidos grasos de cadena larga son muy deficitarios en la dieta occidental y se encuentran en pescados como el salmón, arenque o atún.

El cerebro está constituido en, más de un 80%, por agua; por lo tanto, debemos prevenir la deshidratación, ya que podría dañar funciones cerebrales como la concentración y la memoria.

Sin embargo, el cerebro obtiene la mayor parte de su energía de la glucosa, que es transportada por la sangre. Es por ello que el desayuno, al incluir un aporte de glucosa, influye tanto en el aprendizaje.



***Un desayuno adecuado es muy importante
Para el buen resultado del aprendizaje***

El desayuno es esencial para el cerebro, ya que proporciona una ingesta de glucosa importante sin la cual muchas funciones cerebrales se resienten. Es importante a su vez que durante el día se cuide el aporte necesario de agua, nutrientes y glucosa, ya que estos elementos vitales no son producidos por el cuerpo y por lo tanto, han de ser ingeridos. La ciencia evidencia que una dieta con un buen desayuno y ácidos grasos contribuyen a la salud y al aprendizaje.

El período prenatal y los cinco primeros años de la vida de una persona son claves para el desarrollo del organismo, en general, y para el cerebral, en particular, puesto que es una etapa de desarrollo de las membranas y de la mielina de las neuronas durante la que los alimentos ricos en proteínas son muy recomendables. También es importante ingerir alimentos que favorezcan el descanso, pues de su bondad depende el rendimiento de la atención y de la memoria.

1.7.2. EJERCICIO FÍSICO

Recientes investigaciones indican que el ejercicio es beneficioso para mejorar la función cerebral y el estado de ánimo e incrementar el aprendizaje.

Al incrementar la capacidad de los glóbulos para absorber el oxígeno, el ejercicio mejora las funciones muscular, pulmonar, cardíaca, y también la cerebral.

El oxígeno es un elemento de vital importancia en el funcionamiento del cerebro, y por lo tanto, para el aprendizaje y la memoria. El oxígeno es transportado por la sangre, pero si se ve potenciado por el ejercicio físico se pueden aumentar las capacidades del cerebro y promover la neuroplasticidad, además de ayudar a evitar estrés.

Es por ello que el ejercicio físico en las aulas debería de contar con más apoyo por parte de las instituciones educativas y de la comunidad educativa. La educación física debería acompañar todos y cada uno de los procesos de aprendizaje.

Además, el ejercicio físico resulta a su vez beneficioso para

la socialización y control de las emociones e incluso, como se ha demostrado en numerosos estudios, puede ayudar a reducir el nivel de agresividad y la depresión en las personas (a lo largo de toda la vida).

1.7.3. GIMNASIA CEREBRAL

Ya se ha apuntado que el cerebro se desarrolla paulatinamente en función de la estimulación recibida; también se ha comentado que la mayor parte de las conexiones se dan durante la infancia, la niñez y la juventud (aunque la capacidad de aprendizaje se desarrolle durante toda la vida).

Un ambiente enriquecido y adecuado favorece el crecimiento de nuevas células nerviosas, especialmente en el hipocampo (relacionadas con la memoria). El ejercicio y la estimulación sistemática, constante y diaria de los procesos básicos de conocimiento son fundamentales y necesarios para estar en condiciones óptimas de asimilar, comprender y recordar los contenidos escolares, es decir, de aprender.

1.7.4. SUEÑO

El sueño es un estado de la conciencia en el que el cerebro se comporta de forma distinta que en la vigilia. Durante el sueño existen dos tipos principales de estado cerebral: REM (Rapid Eye Movement) en el cual los músculos del cuerpo se encuentran paralizados excepto los ojos y se sueña más; y el sueño de ondas lentas, en el cual los músculos ya no están paralizados y la actividad cerebral es menor.

Incipientes estudios científicos han confirmado la influencia del sueño en el aprendizaje, comprensión y memoria. Durante el sueño se reactivan las regiones utilizadas para llevar a cabo funciones cerebrales durante la vigilia, permitiendo que tenga lugar la consolidación del aprendizaje (mantiene determinadas sinapsis, elimina otras, refuerza conexiones de áreas corticales y procesos cognitivos, especialmente los relacionados con la memoria). Además de esto, durante el sueño las neuronas se regeneran en el hipocampo, lo que es, sin duda, beneficioso para todas las funciones cerebrales.



Por término medio, los adultos han de dormir entre siete y nueve horas y los niños pueden llegar a necesitar hasta 16-18, si son bebés. El sueño en la adolescencia suele retrasar su aparición (por cambios bioquímicos), pero es recomendable dormir, al menos, nueve horas.

Durante el sueño se produce la consolidación de los conceptos y la regeneración de neuronas en el hipocampo

Sin embargo, los investigadores han descubierto que nuestro cerebro posee un mecanismo compensatorio en condiciones de privación de sueño, como resultado del cual las áreas parietales llevan a cabo tareas que, en caso de haber dormido, cumplirían otras regiones.

En conclusión, unos buenos hábitos de sueño y dormir las horas recomendadas pueden tener efectos muy positivos en el aprendizaje, ya que ayudan a consolidar los conceptos aprendidos y se regeneran neuronas necesarias para seguir comprendiendo y entendiendo el medio que nos rodea, a la mañana siguiente.

1.7.5.- AMBIENTE EMOCIONAL EQUILIBRADO

Un ambiente enriquecido, con los estímulos adecuados (en cantidad, calidad y en tiempo) y emocionalmente estable permite que el cerebro se desarrolle poco a poco y correctamente.

Tanto en casa como en el colegio es imprescindible crear en los niños unos valores estables, conscientes y prioritarios. Por otro lado, también es importante la posibilidad de expresar emociones y sentimientos para poder recibir la retroalimentación necesaria para el desarrollo propio como persona.

Que el ambiente en el que se mueva el niño sea lo más relajado y tranquilo aumenta sus posibilidades de concentración y de mejora de sus capacidades cognitivas. El estrés disminuye la función del hipocampo (neurogénesis), reduce la plasticidad cerebral y aumenta en exceso la actividad de la amígdala sobre el hipocampo, lo que da origen a una disminución del control de las emociones (emociones poco controladas).

SEGUNDA PARTE

2.- EDUCACIÓN Y PROCESO DE EVOLUCIÓN CEREBRAL

2.1.- LA EVOLUCIÓN DEL CEREBRO

A LO LARGO DE LA VIDA

Casi todas las neuronas del cerebro se generan durante los tres primeros meses de gestación del ser humano. Así, un bebé humano nace con un número similar de neuronas al que tendrá su cerebro de adulto, salvo en las referentes al cerebelo y al hipocampo cuya cantidad aumenta considerablemente después del nacimiento.

Lo que ocurre a lo largo de la vida del ser humano es que su cerebro sufre varias reorganizaciones. Dichas reorganizaciones afectan más a las conexiones entre neuronas (lo que Blackmore llama «cableado») que al número en sí. De esta manera se produce una compleja red de conexiones no sólo entre neuronas próximas entre sí, a través de las fibras cortas, sino también entre neuronas muy alejadas, a través de las fibras largas.

Hay dos momentos en la vida de las personas en los que se produce un aumento espectacular de sinapsis neuronales: en la niñez (especialmente en el primer año de vida) y la adolescencia (áreas frontales). Tanto es así que su número supera con creces el que tiene un cerebro adulto. Es necesario reducir este exceso, pues no es conveniente ni para la supervivencia ni para realizar los aprendizajes posteriores. A esto se le conoce con el nombre de «poda neuronal» o «pruning» y tiene lugar durante los tres primeros años de vida y en la post-adolescencia.

En este proceso de maduración cerebral, los genes, la estimulación ambiental y la educación son de vital importancia, puesto que serán los que ayuden a conseguir un adecuado podado tanto a nivel cuantitativo (número de sinapsis) como cualitativo (calidad de las mismas).

No obstante, este proceso madurativo no es uniforme en todo el cerebro, sino que varía según áreas concretas. Según este proceso maduran antes todas las áreas más relacionadas con la adaptación al medio y la supervivencia (el procesamiento de las sensaciones y la actividad motora); además, está demostrado que la maduración sigue una dirección postero-anterior y que el hemisferio derecho madura antes que el izquierdo. Así, por

ejemplo, la poda en las áreas frontales es más tardía pudiendo llegar hasta la adolescencia o incluso hasta bien iniciada la veintena y, sin embargo, la corteza visual alcanza su valor máximo a los diez meses de vida.

Además de esta línea de maduración de la sustancia gris, también existe la relacionada con la sustancia blanca, que aumenta paulatinamente desde la infancia hasta la juventud y es progresivo hasta los 40 años y que consiste en una mielinización de los axones de las áreas córtico-corticales y que también favorecen el desarrollo y la conexión de muchas áreas cerebrales y las prepara para aprender.

2.2.- ESTRUCTURAS CEREBRALES PREPARADAS PARA APRENDER

Es evidente que se necesita una cierta madurez cerebral para que se pueda llevar a cabo el aprendizaje y que no todos los aprendizajes se pueden realizar en los mismos períodos. No sólo la genética determina estos momentos sino también la motivación, el estado emocional, el estado físico, el ambiente, ... constituyen elementos que favorecen o interfieren en el proceso.

El cerebro «aprende» de forma instintiva todo lo relacionado con la supervivencia y, a partir de ahí, cuanto más se use más y mejor se aprende, puesto que mayor plasticidad se conseguirá. Ésta persistirá a lo largo de toda la vida, en función de un ambiente emocionalmente estable que gestione de forma adecuada los períodos de estimulación y de descanso.

Atendiendo a la madurez del cerebro para aprender se pueden definir tres momentos:

- Desde el nacimiento hasta los tres años: existe una maduración de las áreas corticales primarias, del sistema límbico y del cerebelo. Esto le permite interactuar, comunicarse y relacionarse con el medio, manejar bien la comunicación no verbal y emocional e iniciarse y perfeccionar la lingüística. El cerebro está preparado para procesar una información clara y concisa en un ambiente lleno de novedades y en un entorno emocional lo más estable posible.

- Desde los cuatro a los once años: el cerebro está preparado para adquirir destrezas académicas y valores sociales, culturales y morales. Se requiere que la información recibida esté seleccionada, ordenada, secuenciada y esté basada en conocimientos y procesos cognitivos previos ya adquiridos.
- Desde los doce hasta la adolescencia: el desarrollo de la sustancia gris aumenta la capacidad de llevar a cabo aprendizajes abstractos y perfeccionar las capacidades cognitivas. La madurez del cuerpo calloso permitirá la integración de las funciones de los dos hemisferios cerebrales. El desarrollo del córtex prefrontal permite el acceso a las funciones más complejas del ser humano: relacionadas con las funciones ejecutivas, de conciencia moral y ética y de toma de decisiones.

2.3.- PERÍODOS CRÍTICOS Y SENSIBLES

En un primer momento, es útil aclarar que no hay unanimidad a la hora de interpretar y definir los períodos críticos y los sensibles (por ejemplo, los psicólogos cognitivos niegan los primeros). Es muy probable que respondan a un mismo proceso neurobiológico y ni los períodos críticos sean tan rígidos como se creía ni los sensibles sólo se den en los primeros años de vida.

Aunque se tenga en cuenta lo anteriormente expuesto y buscando la comprensión de cómo aprende el cerebro, será de utilidad hacer la distinción. Así, se hablará de período crítico cuando se dé un desarrollo masivo de conexiones neuronales orientadas a procesos sensoriales que se dan en el período prenatal y los primeros años de vida, muy relacionados con la supervivencia y que pone las bases para los procesos cognitivos más complejos que se llevarán a cabo posteriormente. El primer año de vida es clave para la estimulación y definición de estos períodos y su fin es lograr un cableado neuronal estable y básico. Estos períodos críticos se ven poco influenciados por la educación, la enseñanza o el ambiente del sujeto. No se necesitan excesivas repeticiones para generar sinapsis.

Sin embargo, los períodos sensibles son los relacionados con la educación y la enseñanza. Influye el ambiente emocional y

social, la motivación, los intereses, Son períodos que coinciden con la mejor disponibilidad del cerebro para el cambio y están orientados a los procesos cognitivos complejos (se favorecen las conexiones entre diferentes áreas cerebrales). Entre los 3 y los 16 años aumenta la posibilidad de vivir estos períodos a través de programas educativos que motiven a los niños y jóvenes y que potencien la novedad y la creatividad.

2.4.- INCIDENCIA DE LOS GENES Y EL

ENTORNO EN LA CONFIGURACIÓN DEL CEREBRO

Determinar el porcentaje de influencia de los genes o del entorno en el desarrollo cerebral es una tarea que no tiene una única respuesta. Por un lado, se encuentran los deterministas genéticos que defienden que el cerebro es capaz de aprender lo que tiene dispuesto por naturaleza y que poco puede hacer el ambiente o la educación por modificar. En el otro extremo, los deterministas educacionales defienden que el ambiente y la interacción con el medio es lo más influyente en el desarrollo cerebral, de tal manera que un cerebro estimulado puede llegar más lejos que uno desarrollado en un ambiente deprimido, aunque este último tenga un mayor potencial de partida.

Evidentemente las cosas no son así de extremas y existen combinaciones de ambos factores que influyen en el desarrollo cerebral. La mayor incidencia de uno u otro depende de cada persona e influyen multitud de variables.

En líneas generales se puede afirmar que el potencial que posea el cerebro es importante como punto de partida, también lo es respetar y afianzar su propio proceso evolutivo natural (sin intentar saltar etapas en su desarrollo) pero lo es aún más que, sobre ese potencial, se lleve a cabo una estimulación temprana (en los primeros años), proactiva, ordenada, organizada, secuenciada en el tiempo, dentro de un mundo rico en estímulos (un gran potencial cerebral sin un estímulo adecuado se atrofia)

Que esta estimulación se lleve a cabo en los momentos adecuados (ver puntos 2.2 y 2.3) es de suma importancia, pues es importante dar al cerebro en cada momento lo que es capaz de asimilar. Por otro lado, hay que tener en cuenta que una

hiperestimulación a lo largo de todo el día y durante períodos extensos de la vida de las personas puede provocar el resultado contrario al que se pretende (se puede llegar incluso a infrautilizar el potencial innato).

2.5. – APRENDIZAJE Y MEMORIA

En la etapa escolar el cerebro humano está preparado para desarrollar numerosas conexiones, es decir está preparado especialmente para aprender.

La adquisición de un nuevo conocimiento o comportamiento tiene como base la creación de redes neuronales entre diferentes áreas cerebrales.

Además, el aprendizaje permite una generación de nuevas neuronas y de nuevas conexiones dendríticas, fruto de la interacción entre la información nueva y la ya asimilada.

El aprendizaje es un proceso dinámico que nos permite adaptarnos al medio y agilizar nuestra toma de decisiones; un buen aprendizaje es aquel que permite potenciar las conexiones neuronales existentes, crear otras nuevas y establecer redes entre ellas, de modo que se configure el sistema formado por el conjunto neuronas y las conexiones entre ellas, que refleje el aspecto de la realidad objeto del aprendizaje.

Algunos autores afirman que en el momento de aprender algo nuevo es el hemisferio derecho el encargado de hacerlo; una vez que el aprendizaje está consolidado, es el izquierdo el que actúa. No hay aprendizaje sin memoria. Para potenciarla es importante trabajarla e integrarla en las actividades de la vida diaria y cultivarla a lo largo del tiempo. En los primeros años de la vida la novedad de todo aprendizaje hace que se active principalmente el hemisferio derecho, pero posteriormente es el izquierdo el que más se activa. No obstante, como indica el Doctor Francisco Rubia «es mucho más importante «entender» que «memorizar» ...personas con gran memoria no tienen por qué ser más inteligentes».

Cualquier aprendizaje necesita tiempo para consolidarse, por lo que es interesante que ante cualquier nuevo contenido se haga un recordatorio de lo anterior, dejando unos minutos

de reflexión sobre lo explicado y planteando una situación de «enlentecimiento cerebral» (por ejemplo: la escritura y el recuerdo verbal) para afianzarlo.

Llegados a este punto, es conveniente hacer algunas reflexiones acerca del concepto de «aprender». Por lo general, el hecho de aprender exige *memorizar* y *entender*, en distinta medida, dependiendo del objeto del aprendizaje. En ciertas materias, se trata fundamentalmente de memorizar; en otros casos, el llegar a entender constituye el aspecto clave. Además, se pueden considerar también otras cuestiones, como la adquisición de valores, que también constituye cierta forma de aprendizaje.

Por todo ello, para conocer cómo aprende el cerebro es preciso comprender no solamente cómo se memoriza, sino también los procesos que permiten llegar a entender ciertos aspectos de la realidad (tanto física como abstracta) o cómo se generan los modelos mentales asociados a la asunción de valores.

2.6.- EMOCIÓN Y MOTIVACIÓN

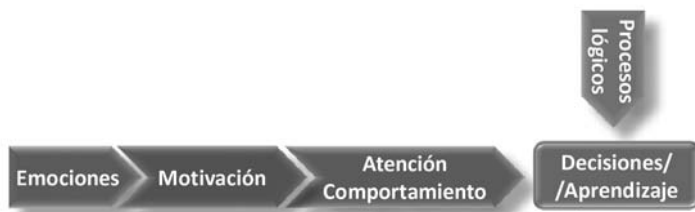
Como se ha anotado anteriormente, no se puede olvidar que las emociones y las motivaciones son las verdaderas impulsoras de cualquier aprendizaje humano.

La emoción siempre modula la información recibida, haciendo que se genere una disposición positiva o negativa hacia el aprendizaje. Esto es importantísimo para el aprendizaje escolar: el estado de ánimo determina la motivación y las emociones crean sus propias vías de recuerdo, necesarias para afianzar los conocimientos, tal como ya se ha indicado en el apartado 1.4.6.

Así, Damasio considera las emociones como parte integrante del proceso racional, lógico, en la toma de decisiones y en el aprendizaje humano puesto que permiten fijar la atención y favorecer la acción.



La motivación (que puede ser intrínseca o extrínseca) es la que mantiene la conducta orientada hacia el objetivo, es un proceso interno en el que participan variables de todo tipo (personales: biológicas, psicológicas, cognitivas, emocionales...; sociales, ...) sobre las que se puede incidir para poder mejorar y potenciar los aprendizajes.



Las variables que más inmediatamente influyen en nuestro aprendizaje son las que más debieran cuidarse en un entorno escolar. Esto presupone un conocimiento previo por parte del profesor del nivel madurativo de sus alumnos para poder incidir con más o menos intensidad en cada uno de estos aspectos: la necesidad de novedad, la exploración, la experimentación, el trabajo cooperativo,...

***Para enseñar es preciso conocer el modelo
mental adecuado a la materia que se aprende;
el perfil emocional de quien aprende
y sus motivaciones***

Los estados de motivación o desmotivación no suelen ser permanentes y durante una clase (no digamos durante un día de clase) un alumno puede pasar por varios. Un ambiente escolar positivo en lo verbal y lo no verbal, atractivo, con integración entre las personas potencia el funcionamiento del hemisferio izquierdo y se liberan endorfinas placenteras que refuerzan la conducta.

El cerebro recibe su recompensa de la propia información, de la novedad, de la curiosidad y de lo relevante, es decir, del propio conocimiento. Igualmente la «experiencia de haber entendido» resulta especialmente motivadora y estimulante. Todo esto constituye la motivación intrínseca que se ha de potenciar en la educación (en casa y en la escuela).

2.7.- ATENCIÓN

La atención es un proceso que interviene en la realización de las acciones, que permite que éstas sean integradas de forma consciente en el cerebro humano (que propicia el paso de la sensación a la percepción). No es propiedad de una sola área cerebral, ni de todo el cerebro; parece que el origen de la misma está asociado con áreas de la corteza prefrontal y parietal.

El ambiente es muy importante en la activación de la atención: un ambiente estimulante para los más pequeños y otro emocionalmente estable para los adolescentes, permite activarla y mejorarla. En la primera etapa de la vida, los niños necesitan, ante algunos estímulos, más tiempo para procesarlos y ejecutarlos que un adulto.

El sistema límbico (emoción) y el hipocampo (memoria) inciden en los procesos de la atención, por lo que su estudio es de gran interés.

El sistema límbico (emoción) y el hipocampo (memoria) se hacen necesarios para el estudio de la atención porque contribuyen a la formación de la memoria y el recuerdo, porque favorecen la efectividad de los estímulos y porque integran las diferentes señales multimodales. Una persona con estrés o alteraciones emocionales tiene muchas dificultades para poner a trabajar la atención.

Hay muchas formas diferentes de mantener la atención, sobre todo teniendo en cuenta que hay muchas modalidades de atención: selectiva, focalizada, sostenida, etc. La forma de enseñar será consecuencia de cuál queremos activar, pero una enseñanza activa, con muchos cambios (de ritmo, de voz, de actividad, ...) conseguirá que el cerebro esté en continuo estado de alerta, y la alerta permite recuperar la atención cuando ésta se desvanece.

Cuantas más áreas del cerebro se ponen al servicio de la atención, esta se mantiene por más tiempo.

Además, en la medida que se tienen más conocimientos e información sobre un tema, es decir, cuando hay más áreas del cerebro que se ponen al servicio de la atención, ésta se mantiene por más tiempo.

Tenemos que tener en cuenta que la capacidad de atención es cíclica y limitada por lo que se necesitan pausas (de diferente duración) para que se reactive. Es conveniente que los programas de aprendizaje tengan períodos de activación, de descanso y de reflexión de lo aprendido para poder procesarlo convenientemente.

2.8.- MATEMÁTICAS

Hay investigadores que opinan que, ya desde antes del nacimiento, el cerebro desarrolla un área especializada para identificar números

Desde los primeros meses de nuestra vida poseemos biológicamente un sistema que nos proporciona un conocimiento matemático intuitivo. Si bien este sistema es muy básico, ya que sólo proporciona dos tipos de información: el que ayuda al bebé a diferenciar y operar con los números uno, dos y tres, y el que le permite diferenciar cantidades grandes de otras pequeñas. Hay incluso investigadores que opinan que el cerebro desarrolla antes del nacimiento un área especializada para identificar números.

A los 3 años, los niños comienzan a contar pero sin llegar a comprender que contar esté relacionado con saber «cuántos», habilidad que se adquiere a los 4 años.

Un estudio realizado por Ráchela Huelan y Randa Gallistel de la Universidad de California demostró que los niños de 3 años y medio son capaces de detectar errores matemáticos y que los niños de 4 años pueden generalizar las reglas de cálculo a nuevas situaciones.

En estas edades es muy común que los niños cuenten con los dedos. A los 3 años los niños suman dos cantidades representando en cada mano una cantidad para después contar el total de dedos levantados. A los 4 ó 5 años los niños son capaces de apreciar la propiedad conmutativa de la suma.

Los conceptos matemáticos se desarrollan a temprana edad pero sus procesos explicativos se llevan a cabo más tardíamente.



Matemáticas en el cerebro:

Son múltiples los dominios cognitivos implicados en las operaciones matemáticas

El cortex parietal del hemisferio izquierdo resulta fundamental en multitud de operaciones matemáticas (procesamiento numérico: lectura, cálculo o aritmética), sin embargo, son múltiples los dominios cognitivos que toman parte en las operaciones matemáticas. Como veremos a continuación, desde que el número es interpretado como tal hasta poder nombrarlo se necesitan diferentes disciplinas, controladas por diferentes regiones cerebrales:

1. Representación visual: entender que lo que estamos viendo es un número.
2. Representación numérica: entender la cantidad que implica cada número.
3. Representación verbal (hemisferio izquierdo): nombre que se le asigna a ese número.

Una simple representación de un número requiere varias zonas del cerebro. Para las operaciones matemáticas hace falta una red muy dispersa de estructuras cerebrales.

Matemáticas y educación:

Los estudios neurocientíficos en este campo ayudan a que los educadores mejoren y adecuen sus estrategias educativas para aprovechar al máximo todas las capacidades de sus alumnos.

En aquellos aspectos del aprendizaje en los que intervienen numerosas áreas cerebrales, es posible que existan diversas estrategias de aprendizaje posibles. El profesor debería intentar identificar las que utiliza un determinado alumno, con objeto de utilizar las estrategias docentes que mejor se acoplen a las de aprendizaje

Como se ha dicho anteriormente, representar un número en un papel requiere bastante trabajo por parte de diferentes áreas cerebrales. Son los educadores los que tienen que facilitar al alumno múltiples experiencias con las matemáticas para que así las diferentes redes cerebrales implicadas en el proceso matemático puedan ser potenciadas, por ejemplo, usando juegos

de mesa, bloques, etc. Sin embargo, cada alumno posee diferentes estrategias y métodos de aprendizaje, por lo tanto, el profesorado deberá de proporcionar diferentes herramientas que se adecuen a cada alumno.

Es importante subrayar la negativa importancia que antiguamente daba la pedagogía a las matemáticas. Efectivamente, son una herramienta básica para vivir y funcionar en una sociedad moderna pero el fracaso en las matemáticas no supone obligatoriamente el fracaso en otras áreas del conocimiento. Incluso, podemos desarrollar unas capacidades numéricas mejor que otras y, por ejemplo, calcular de memoria con gran rapidez pero no comprender la geometría.

Desde el punto de vista educativo, la aproximación del estudiante a las matemáticas ha de estar basado en modelos que vayan de lo específico a lo general, de lo simple a lo complejo y, partiendo, en la medida de lo posible, de la experiencia.

Es por ello que los docentes deben prestar gran atención a la evaluación que los alumnos van a recibir. Resulta negativo valorar como bueno tan solo las respuestas acertadas y, por el contrario, dar un mal feedback al alumno que no consigue la respuesta exacta. La mejor manera de evaluar un aprendizaje matemático es valorando el progreso y el razonamiento que el alumno ha realizado para llegar a su resultado.

Descubren cómo procesa el cerebro las reglas matemáticas
Neurobiólogos del laboratorio Andreas Nieder, en la Universidad de Tübingen, han demostrado por primera vez cómo el cerebro procesa reglas matemáticas simples. Los resultados de este trabajo se publican en la edición 'on line' de 'Proceedings of the National Academy of Sciences' de Estados Unidos, (PNAS).

20 Ene 2010 | EUROPA PRESS

Para averiguar dónde y cómo las células del cerebro realizan tareas tan complejas, los autores estudiaron a monos rhesus --los que suelen emplearse en experimentos de laboratorio-- ya que, aunque los humanos son los seres que mejor entienden números y reglas, los cimientos de estas habilidades pueden encontrarse en los animales.



Los monos aprendieron la regla cuantitativa ‘mayor que’ y ‘menor que’. Además, fueron capaces de elegir, entre varios conjuntos de números cardinales, el mayor y el menor de ellos. Mientras los animales realizaban estas tareas, las neuronas grabaron en la corteza prefrontal del lóbulo frontal los pormenores de esta actividad.

Las células del cerebro únicamente representaron las reglas matemáticas que estaban manejando. Cerca de la mitad de estas neuronas estaban activas sólo cuando el animal seguía la regla ‘mayor que’, mientras que la otra mitad se ponía en acción en el momento en el que era necesario aplicar la norma ‘menor que’.

Los resultados de este estudio han ofrecido valiosos nuevos datos sobre los cimientos neurobiológicos del pensamiento abstracto que son necesarios para realizar operaciones matemáticas. La corteza cerebral, situada en la parte frontal del cerebro, es el principal centro de control cognitivo, participando incluso en las actividades mentales implicadas en el desarrollo de la personalidad.

2.9.- LENGUAJE

El lenguaje, junto con las matemáticas, es uno de los conocimientos más básicos para convivir en sociedad. La ontogenia del lenguaje está estrechamente relacionada con la madurez cerebral (mielogénesis).

La adquisición del lenguaje infantil comienza por un período prelingüístico: el bebé emite primero gritos, después, hacia el segundo mes, sonidos guturales que, alrededor del tercer mes, se organizan en una gama extendida de expresiones sonoras. Más tarde, a partir del octavo mes, se dan los primeros «segmentos articulados» como «mamá» o «papá». A través de la ecolalia, el niño entra en la fase lingüística donde emitiría «palabras-frases» relacionadas con la acción y efectividad. La comprensión del lenguaje precede a la ejecución y es eficaz entre el 8-13 mes. El lenguaje continúa estructurándose (vocabulario, gramática...) a lo largo de los años para finalizarse su organización básica hacia el 5º ó 6º año.

Esto se manifiesta en que en el primer año de vida los niños comienzan a manejar la asociación rápida, un proceso por el cual las palabras son asociadas a imágenes. A los 2 años se aprende a hablar y a los 5-6 años se tiene una capacidad suficiente para interactuar en la sociedad. Posteriormente, se domina el lenguaje escrito, el perfeccionamiento de la comunicación social y el desarrollo del pensamiento conceptual.

Lenguaje en el cerebro

El lenguaje se desarrolla en varias áreas cerebrales:

- **El área de Broca** (lóbulo frontal), es el centro para dinamizar el lenguaje hablado. Es la encargada de producir el lenguaje (coordinar y secuenciar los movimientos ejecutores del habla).
- **El área de Wernicke** (lóbulo temporal), es el centro más importante para la comprensión del lenguaje. Es relativa a la comprensión de la semántica (codificación y decodificación de la palabra hablada). Para desarrollar esta función es necesaria una memoria a corto y largo plazo, así como el conocimiento de las reglas gramaticales.
- **El Centro de Exner** (lóbulo frontal), es el creador de los movimientos necesarios para la escritura (coordinación temporal de los movimientos mano-digitales).
- **El Centro de Luria** (lóbulo parietal). Se distingue:
 - El centro de Luria **inferior**: relacionado con el lenguaje oral (coordina las actividades de la musculatura de los órganos fono-articulatorios) e interviene en la formación de imágenes verbo-motrices.
 - El centro de Luria **superior**: relacionado con el lenguaje escrito (praxias mano-digitales) y las expresiones no verbales que acompañan a todo el lenguaje hablado.
- **El Centro de Dejerine** (transición entre el lóbulo parietal y occipital). Es el centro de integración simbólica de la lectura y de la escritura, por lo tanto, es el centro de la lecto-escritura.

La función más importante es la de analizar y percibir los grafemas para formar un todo (gestalt óptica) asociando lo



auditivo y lo verbo-motriz de los fonemas del habla. Este centro envía conexiones al área de Broca y de Wernicke.

- **El Tálamo:** es la estructura cerebral más importante en la entrada de información al cerebro, debido a sus muchas conexiones con la corteza cerebral. Además, juega un papel importante en la fluidez verbal y en los procesos simbólicos del lenguaje.

Está demostrada la existencia de muchas más áreas implicadas en el lenguaje y datos que justifican la implicación de los dos hemisferios en el procesamiento, por ejemplo, en el procesamiento de vocales y consonantes y que el hemisferio derecho procesa mejor lo no lingüístico.

No obstante, hoy se admite que todos los centros del lenguaje están estrechamente ligados unos con otros formando redes neuronales.

Podemos concluir esta aproximación diciendo que la organización del lenguaje se articula alrededor de dos polos:

- Un polo receptivo: puerta de entrada que comporta por un lado, la audición y la comprensión del lenguaje hablado y, por otro lado, la visión y la comprensión del lenguaje escrito.
- Un polo expresivo: puerta de salida que comporta, por un lado, la formación o articulación verbal al igual que su adecuación al contexto del entorno.

Proceso de adquisición del lenguaje

La lateralización de las funciones lingüísticas en un hemisferio (el que gestiona la mano más hábil, frecuentemente la derecha), se organiza entre el 14 mes y los 2 años y se consolida progresivamente hasta la pubertad; no obstante, incluso el hemisferio no dominante del cerebro adulto conserva capacidades lingüísticas elementales.

El bebé diferencia pequeños cambios fonéticos y después de los 10-12 meses se queda con los sonidos más habituales y significativos para el idioma materno.

Es importante incidir en este punto sobre la importancia del «motherese» o «parentese», la forma peculiar en la que los padres hablan con los bebés exagerando sonidos y alargando

palabras. Esta acción tan innata en los adultos, resulta positiva para el aprendizaje porque ayuda a conocer y memorizar los sonidos propios de la lengua materna.

Más tarde, si el cerebro se expone a una nueva lengua entre 1-3 años, ésta será procesada por el hemisferio izquierdo como una segunda lengua materna. Entre los 4-6 ya no se identifica como materna y es procesada por ambos hemisferios. A los 12 años, se pierde gran capacidad para percibir el acento del idioma como un nativo. Es conocido que un segundo idioma no se almacena en el mismo lugar que el primero, porque hay casos en los que, por lesión cerebral se pierde uno de ellos, pero no el otro.

Por supuesto, con esfuerzo puede aprenderse, pero no con éxito en todos los casos. Lo que pierde es la capacidad de tratar como significativo ligeras diferencias importantes para determinar el acento de cada lengua. Esta pérdida es también una ganancia en organización rápida y eficaz de sonidos conocidos, presta más atención a percibir los sonidos de la lengua materna en vez de procesar todas las diferencias de todos los idiomas. (Estudio de Annett Karmiloff-Smith, Universidad de Londres).

Es por esto, que cuanto antes ocurre la exposición a cualquier idioma, mayores son las probabilidades de éxito, ya que el cerebro la interpretará como lengua materna y habrá mayores posibilidades de interiorizar el acento propio de un nativo. Además, los niños criados en entornos bilingües pronuncian mejor, comprenden la sintaxis mejor y reflexionan antes sobre el lenguaje. Sin embargo, varios estudios afirman que el verdadero bilingüismo no existe, dado que siempre existe una mayor preferencia y exposición a un idioma que a otro.

En el caso del aprendizaje de la lecto-escritura, cuando se aprende en edades tempranas se activa el hemisferio izquierdo, mientras que cuando se aprende tardíamente es el derecho el más activo o, en todo caso, se lleva a cabo una actividad bilateral.

De cualquier manera, existen numerosas variables (biográficas, culturales, educacionales,...) que influyen directamente en la organización cerebral para la adquisición del lenguaje.

Desde el punto de vista educativo, mantener una enseñanza globalizada del lenguaje tanto hablado como escrito y lector en

el que se active el hemisferio derecho hasta una predisposición madurativa del izquierdo es mejor que iniciar el aprendizaje de la lecto-escritura con destrezas fonológicas o de deletreo de palabras. Asimismo, es conveniente dar a los niños la oportunidad de escuchar, pero sobre todo, de hablar con muchas palabras y frases diferentes (palabras cortas, posteriormente más complejas, lo mismo que las frases) introduciendo cada vez novedades.

2.10.- EL APRENDIZAJE DE OTRAS MATERIAS

En el contexto de la aplicación de la neurociencia al aprendizaje, se dan dos circunstancias:

- En su mayor parte, los trabajos de investigación y la traducción de sus resultados al campo de la práctica, la gran mayor parte del esfuerzo se ha aplicado a cuestiones relacionadas con la ayuda a personas con problemas en sus habilidades cognitivas, pero ha sido escaso el dedicado a la mejora de la eficiencia de los procesos de aprendizaje de personas normales o de alto potencial.

Esto se entiende, pues siempre se percibe de modo más acuciante la atención a personas con problemas que a quienes no están sometidos a limitaciones en sus capacidades.

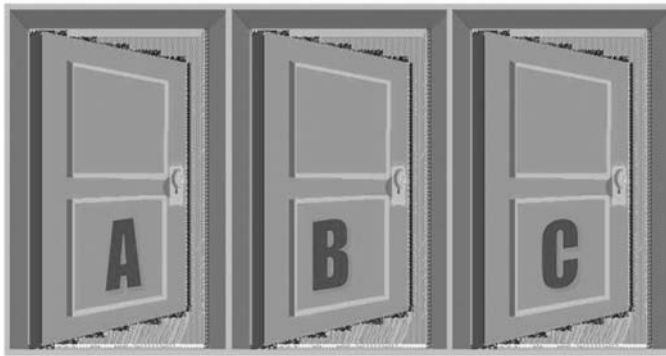
- No todos los campos de la cognición han sido estudiados con la misma profundidad: el aprendizaje del lenguaje y el de las matemáticas han concentrado la mayor parte del esfuerzo dedicado. También esto tiene su lógica, ya ambos aspectos son de una gran importancia para el desenvolvimiento de una persona en el entorno social al que pertenece.

En cualquier caso, la situación es que el desarrollo de las aplicaciones a la docencia del conocimiento científico procedente de la neurociencia, es aún escaso. En lo que se refiere a los aspectos de tipo general de la enseñanza es válido lo antes indicado acerca de la influencia del sueño, el ejercicio, el ambiente, la alimentación, de la motivación, etc.; pero en lo referente a los mecanismos que intervienen, por ejemplo, en el aprendizaje de materias como la física o las ciencias naturales, es aún escasa la investigación que se ha llevado a cabo.

Para enseñar es preciso conocer los modelos mentales del alumno

Imaginemos que se trata de resolver el problema que se indica a continuación y que en ocasiones se ha planteado en concursos de televisión de diversos países. A continuación se va a describir en qué consiste el juego

En el plató están dispuestas tres puertas, que ocultan otras tantas cámaras (Figura A.I.)



Tres cámaras, tras la puerta de una de las cuales se encuentra el premio

Fig. A.I

- *Tras una de las tres puertas se halla oculto el premio, consistente en un flamante coche. Lógicamente, ni el concursante ni el público de la sala saben detrás de qué puerta se oculta el premio.*
- *El presentador del programa sí sabe detrás de qué puerta está el premio.*
- *El presentador explica al concursante en qué consiste el juego:*
- *El concursante tiene que adivinar detrás de qué puerta está el coche. Si acierta, se lo lleva como premio.*
- *El presentador del programa le advierte, antes de que el concursante seleccione ninguna de las puertas, que el procedimiento que se va a seguir es el siguiente: a) el concursante tiene que elegir una de las tres puertas, elección que tendrá que realizar al azar puesto que no tiene ni idea de dónde se encuentra el premio; b) a continuación, el presentador abrirá una de las*

otras dos puertas, que lógicamente mostrará una cámara vacía, pues sabe dónde está el coche y no quiere dar demasiadas pistas (debe tenerse en cuenta que siempre puede abrir una puerta que dé a una cámara vacía, pues si el concursante hubiese acertado en su elección, cualquiera de las otras dos cámaras estará vacía; en caso contrario, esto es, si no hubiese acertado, una de las otras dos cámaras contendrá el coche pero la otra no, y será esta última la que abrirá el presentador. c) Una vez que el presentador ha abierto la puerta de una cámara que no tiene el premio y el concursante ha comprobado que en ella no hay ni rastro del coche, aquél le ofrece una segunda oportunidad: o puede continuar con la opción inicial o puede cambiar a la otra puerta que queda sin abrir.

¿Qué hará el concursante?. Si tiene el ánimo sereno y frío, elegirá aquella opción que le proporcione una mayor probabilidad de ganar; si cree que las probabilidades de ganar son iguales e independientes de la opción que elija, no se complicará la vida y se decidirá indiferentemente por cualquiera de las dos opciones.

Pues bien, comienza el juego: supongamos que el concursante empieza por elegir, de entre las tres puertas, la marcada con la letra A (figura I: la cámara seleccionada se representa separada de las otras dos)

Seguidamente, de acuerdo con el procedimiento establecido, el presentador se apresura a abrir

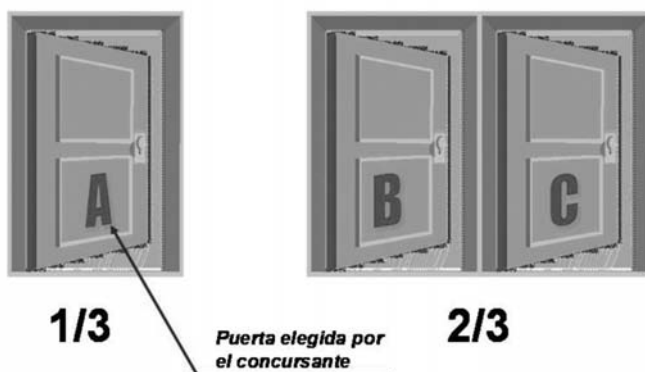
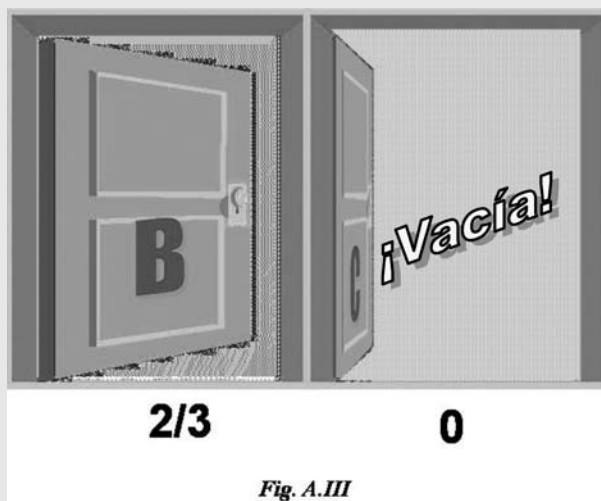


Fig. A.II

una de las otras dos, supongamos que abre la C, que da acceso a una cámara que se comprueba que está vacía y no contiene ningún premio (figura A.II)



Descartada la puerta C (es obvio que la cámara tras ella no tiene el premio), el presentador, fiel al compromiso manifestado al principio, ofrece al concursante la opción de mantener su elección inicial, esto es, la cámara A, o cambiar de opinión y optar por la B. Como se decía antes, nuestro concursante es lo suficientemente agudo como para elegir la opción con probabilidades más altas de acertar, si es que existe

¿Podríamos ayudarle? ¿Entendemos que hay una puerta con más probabilidades que la otra de que esté el coche detrás de ella? Si fuese así, ¿de cuál se trata?

La respuesta correcta es que, una vez descartada la puerta C, la B tiene el doble de probabilidades de ser la que oculta el premio que la A, aunque la mayor parte de la gente suele opinar que ambas tienen las mismas probabilidades. Curiosamente, cuando se explica ante un grupo de personas, por qué las probabilidades están a favor de la B, suele ser muy difícil convencer a algunas de ellas, probablemente porque quien realiza la explicación no tiene una idea clara de los esquemas mentales de quienes se aferran tenazmente a la visión

incorrecta, al tiempo que éstos no adoptan una actitud abierta para entender la explicación de quien se la ofrece.

De lo anterior se pueden sacar dos conclusiones:

- a) No es lo mismo disponer de unos determinados conocimientos que saber utilizarlos para la resolución de un problema: normalmente, todos aquellos a quienes se plantea el problema anterior tienen los suficientes conocimientos de estadística (ciertamente, bien sencillos) necesarios para resolverlo. Sin embargo, no aciertan a aplicarlos correctamente para dar con la respuesta acertada.*
- b) La segunda cuestión es probablemente más interesante: ¿Por qué resulta tan difícil hacer comprender, a alguien que mantiene una postura equivocada, cuál es la solución correcta? Probablemente porque, como se ha indicado, quien realiza la explicación no tiene una visión clara del modelo mental al que se aferra quien está en el error y por tanto, la explicación que se le da no aborda la corrección de dicho modelo mental equivocado. Como se decía al principio, para enseñar es preciso tener muy claro el modelo mental de aquél a quien se quiere enseñar.*

TERCERA PARTE

3.- CONJUNCIÓN DE NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN.

ESTADO ACTUAL.

El desarrollo de la neurociencia está conduciendo a la extensión de los conocimientos relativos a diversos aspectos del cerebro, tales como son sus estructuras físicas, su funcionamiento y los mecanismos que rigen éstos. En particular, la neurociencia cognitiva ha realizado notables avances relativos a las bases neurológicas de numerosos procesos relacionados con cuestiones como el lenguaje, la adquisición de determinados conceptos relacionados con las matemáticas, la memoria en sus diversas variantes, los distintos tipos de inteligencias, las emociones y su relación con el aprendizaje o con las capacidades ejecutivas, el comportamiento, y otros cuya relación con el campo de la educación son evidentes.

La neurociencia está experimentando grandes avances, tanto en el plano estructural como en el funcional

Estos conocimientos arrojan luz sobre el ejercicio de la docencia y en muchos casos permiten entender mejor los fundamentos de ciertas prácticas, cuya eficiencia era ya conocida, a veces desde hace mucho tiempo. Una cuestión de gran interés que se plantea en relación con todo esto, es hasta qué punto los conocimientos actuales de la neurociencia se están traduciendo, o pueden llegar a traducirse, en unas prácticas que permitan lograr una mayor eficiencia en el ejercicio de la docencia y un mayor desarrollo del potencial intelectual de los alumnos en las distintas etapas de su proceso formativo y, por extensión, a lo largo de toda su vida.

Una importante cuestión que se plantea es hasta qué punto los descubrimientos en materia de neurociencia se están traduciendo, o pueden llegar a traducirse, en una mejora de las prácticas educativas

A la hora de analizar el estado actual de la relación entre la educación y la neurociencia, conviene precisar que la educación, en el sentido más general, incluye tanto el campo de los conocimientos como el de los comportamientos: no solamente se trata de que los alumnos asimilen conocimientos referentes una serie de materias, sino de que sean capaces de comportarse

adecuadamente en el entorno social y natural con los cuales interactúa. En ambos aspectos, la neurociencia ha logrado hallazgos de indudable interés. Con todo, persiste la cuestión que se acaba de plantear: estos avances científicos, ¿se están traduciendo en prácticas que complementen o mejoren las que, procedentes de otras disciplinas, vienen siendo utilizadas por los profesionales de la docencia? ¿Cuál es el estado actual de la cuestión? Para responder a esto se han analizado las actividades de una serie de entidades reseñables en ambos ámbitos y se ha indagado acerca de la existencia de iniciativas en las que confluyan las dos áreas de conocimiento indicadas, con el fin de obtener una opinión acerca del grado de desarrollo actual y de las iniciativas en marcha, aunque sea en un estado incipiente, de lo que podría denominarse «neuroeducación».

3.1- CONSIDERACIONES PREVIAS ACERCA DEL CONCEPTO DE APRENDIZAJE



El concepto de «aprendizaje» tiene un amplio significado que, tal como se acaba de indicar, abarca tanto la adquisición de *conocimientos* y habilidades como la capacidad de conducirse siguiendo los *comportamientos* adecuados a las diferentes situaciones en las que puede verse involucrada una persona.

Adicionalmente, los conocimientos y habilidades⁸ pueden ser de naturaleza muy diversa. Sin tratar de entrar en un análisis exhaustivo, puede señalarse que los conocimientos pueden ser de tipo *explícito* (conocimientos declarativos, que pueden ser descritos y que son perfectamente identificables por quien los posee) o *implícito* (también denominados conocimientos tácitos). Por otra parte, también cabe hablar de conocimientos *episódicos* y de conocimientos *semánticos*. Asimismo, se puede distinguir entre conocimientos basados fundamentalmente en la capacidad de *memorizar* (por ejemplo, el conocimiento de un camino para llegar a un punto determinado) o del conocimiento relacionado más bien con el hecho de *comprender*, como pueden ser los conocimientos relativos al cálculo de probabilidades, dentro del ámbito de las matemáticas. Otros incluyen una serie de aspectos de gran complejidad, algunos no suficientemente

8 En adelante, dentro de esta Tercera Parte y mientras no se indique lo contrario, cuando se hable de conocimientos, deberá entenderse *conocimientos y capacidades*.

comprendidos, como puede ser la *producción del lenguaje* durante el proceso de un discurso, que se va elaborando a medida que se expone.

A todo ello, hay que añadir que la adquisición de conocimientos está influenciada en buena medida por la presencia de *emociones* y por la *motivación*, al tiempo que su correcta aplicación depende en muchos casos de otras facultades de naturaleza ejecutiva.

Por su parte, los *comportamientos*, se desprenden en buena medida de las reacciones generadas en el cerebro límbico por unas determinadas entradas sensoriales, seguidas de la intervención de ciertas áreas del cortex, y por la interacción de todo ello con otras áreas que procesa dichas entradas sensoriales.

De todo ello se desprende que en los procesos cognitivos intervienen una gran cantidad de complejas estructuras cerebrales, las cuales interactúan dando lugar a un modo de funcionamiento regulado por mecanismos igualmente complejos. De ello se desprende que determinar cómo funcionan las estructuras cerebrales para dar soporte a todo aquello que se engloba en las actividades educativas, no es una tarea sencilla.

***Los descubrimientos de la neurociencia
se han aplicado sobre todo a solucionar disfunciones de las
facultades cognitivas***

Por otro lado, la neurociencia, en parte porque se ha desarrollado dentro del campo de la medicina y en parte porque se considera prioritaria la atención a quienes están sujetos a disfunciones cognitivas, se han enfocado en mucha mayor medida a solucionar problemas relacionados con las facultades mentales, que a la optimización del potencial derivado de éstas a través de la mejora de las prácticas educativas. No obstante, los descubrimientos generados permiten explicar muchos aspectos específicos que forman parte de los procesos de generación, adquisición y aplicación de los conocimientos, por lo que existe una interesante base científica que podría resultar de utilidad para la mejora de la eficiencia en ciertos aspectos de los procesos de aprendizaje.

3.2- ACTIVIDADES EN TORNO AL BINOMIO NEUROCIENCIA-EDUCACIÓN

- I. Como ya se ha indicado, la neurociencia ha experimentado un llamativo avance durante la pasada década, aunque previsiblemente será mucho más lo que se consiga en el futuro inmediato, como resultado de la notable actividad que se manifiesta en torno a esta materia. La actualidad de estas cuestiones se refleja en:
- Las universidades e institutos universitarios, así como otros centros de investigación, muchos de ellos de reconocido prestigio, que incluyen la neurociencia, en sus diversas vertientes, como un asunto destacado dentro de sus programas de formación y de investigación.
 - Las asociaciones de diversa índole, cuyo objetivo se focaliza en la neurociencia. Muchas de ellas tienen una amplia cobertura internacional y agrupan a destacados miembros, unos a título personal y otros corporativos.
 - Los investigadores, de reconocido prestigio y cada vez más numerosos, que están desarrollando una notable labor en diversos aspectos específicos de la neurociencia, en una labor conjunta con investigadores de otros campos, como pueden ser la química, las matemáticas, la psicología, la biología o la genética.
 - El esfuerzo aplicado al desarrollo de equipos e instrumentos para la observación del cerebro, destacando entre ellos los dedicados a la obtención de neuroimágenes funcionales, cada vez con mejores prestaciones, especialmente en lo que se refiere a la calidad y la resolución de las imágenes. De modo similar, la potencia de los equipos informáticos, necesarios para la realización de complejas simulaciones, son cada vez más potentes.
 - Las publicaciones científicas, tanto libros como revistas, relacionadas con esta materia, así como el creciente número de monografías y artículos, cuyo fin es la divulgación científica.
- II. Algo parecido puede decirse de las actividades en torno a la educación, aunque en este dominio se viene actuando



desde hace mucho más tiempo, siendo muy frecuentes la intervención de investigadores y profesionales provenientes del las áreas de la psicología y de la sociología. Por lo que respecta al tipo de agentes implicados, existe un total paralelismo con los del campo de la neurociencia que se acaban de indicar. El número de instituciones y de iniciativas correspondientes a este segundo grupo es muy numeroso.

Las personas y entidades que forman parte de este grupo, van manifestando un creciente interés por los hallazgos de la neurociencia y por su potencial aplicación a la mejora de las buenas prácticas educativas

- III. Menos frecuentes son los casos en los que se da la conjunción de ambos tipos de intereses (es decir, entidades, investigadores o publicaciones dedicadas específicamente a la *neurociencia orientadas a la educación y a la transferencia de conocimientos y experiencias de colaboraciones bidireccionales entre estos dos campos*). Con todo, es de señalar que están surgiendo esta clase de iniciativas, algunas de ellas de singular interés. Es evidente, en línea con lo que se decía al principio de este documento, que los descubrimientos relativos a la neurociencia trascienden el campo de la medicina y se empiezan a utilizar en otros, entre los que, como no podía ser menos, descuella el de la educación.

En los apartados que siguen se incluyen algunos ejemplos correspondientes a cada uno de los grupos señalados y en los anexos, se adjunta información más detallada acerca de los mismos.

3.2.1.- Referencias de entidades del campo de la neurociencia y la educación

Entre las entidades que desarrollan su actividad en estos campos pueden señalarse las que se indican a continuación⁹. (Se citan prioritariamente entidades dedicadas a la neurociencia, pues las dedicadas a la docencia son más conocidas por los profesionales de la educación):

9 La relación que se incluye no supone que las que se presentan sean de mayor nivel científico que las que no se mencionan; simplemente se han seleccionado por la coincidencia de sus actividades con el objetivo de la presente publicación.



University of Bristol

De la investigación realizada por la Dra. Sue Pickering y el Dr. Paul Howard-Jones, se desprende que la posición de los profesores de la Universidad de Bristol es muy propicia a la aplicación de la neurociencia a la educación, y que resultaría recomendable mantenerse al corriente de los posteriores pasos que se hayan podido dar para atender a las inquietudes del profesorado, después de que éstos hiciesen patente su interés.

Un aspecto llamativo es que algunos profesores, queriendo aprovechar los beneficios de la «enseñanza basada en el cerebro», hayan incurrido en prácticas erróneas como resultado de su desconocimiento de los hallazgos de la neurociencia.

Algunas de las actividades de esta universidad giran alrededor o tienen relación con la neurociencia, como el *Centre for Psychology and Learning in Context* (CPLiC) o la *Neuroeducational Research Network* (NENet).



Duke University

La Duke University tiene diversas actividades relacionadas con la neurociencia, junto con otras disciplinas, pues el enfoque pluridisciplinar es uno de los rasgos característicos de la neurociencia en esta institución. A los efectos del presente estudio, la entidad más significativa es el *Duke Institute for Brain Sciences*, del cual forman parte el *Centre for Cognitive Neuroscience* y el *Centre for Neuroeconomic Studies*.



DUKE INSTITUTE for BRAIN SCIENCES

Duke Institute for Brain Sciences

En este instituto pluridisciplinar, científicos de distintas disciplinas integran sus conocimientos, que cubren las áreas de genética, comportamiento, cognición, economía y neurociencia, para realizar investigaciones relativas a los procesos de toma de decisiones, comunicación, cognición social, comportamiento social y procesos afectivos en modelos humanos y animales.

En el área de *Neurotecnología* se trabaja en las bases de conocimientos que posibilitarán el desarrollo de herramientas que permitirán monitorizar la actividad de poblaciones de neuronas con una resolución temporal y espacial sin precedentes.

En lo que respecta a *Circuitos y Comportamiento*, se progresa en el descubrimiento del modo en que los circuitos neurales contribuyen al funcionamiento del cerebro, cómo surgen dichos circuitos durante el desarrollo y cómo se configuran como resultado de la experiencia en los adultos.

Los resultados de muchas de sus investigaciones podrán ser de aplicación en el diseño de las estrategias educativas, aunque su finalidad original sea otra distinta.

Center for Cognitive Neuroscience

Desde 1999, el *Center for Cognitive Neuroscience* (CCN) ha constituido el foco central de *Duke University* en lo referente a investigación, educación y prácticas en el campo de *mecanismos psicológicos, computacionales y biológicos de las funciones mentales superiores*; variabilidad de estos mecanismos entre individuos (a lo largo de la vida y entre las distintas especies); aplicación de estos mecanismos a problemas del mundo real y a la solución de enfermedades y desórdenes mentales.

El CCN proporciona todas las semanas oportunidades de diálogo mediante seminarios, conferencias, y presentaciones durante los almuerzos. Igualmente patrocina una serie de prestigiosas conferencias (*Mind, Brain, and Behavior*) mediante las que reconocidos científicos presentan sus trabajos de investigación. Adicionalmente, el CCN tiene una amplia relación con otros grupos interesados en la neurociencia, la cognición y el comportamiento a través del *Duke Institute for Brain Sciences* (DIBS), y los departamentos de *Neurobiology, Psychology and Neuroscience, Biomedical Engineering, Marketing, Finance, y Evolutionary Anthropology*¹⁰.



10 Para los nombres de los departamentos se ha mantenido la denominación original.

Center for Neuroeconomic Studies

La cooperación y el intercambio de conocimientos entre la neurociencia y la economía es un exponente de que las ciencias del cerebro tienen mucho que ver con actividades humanas específicas (más aún, es evidente que la neurociencia está relacionada, por definición, con cualquier manifestación inteligente de la actividad humana). El *Centre for Neuroeconomics Studies* de la



Universidad de Duke no es el único sitio universitario en el que se presta atención a la investigación sobre neuroeconomía.

La clave de la extensión de los conocimientos de la neurociencia a otros ámbitos radica en que establezcan proyectos de cooperación entre expertos de uno y otro campo; incluso, es conveniente que la cooperación no se limite a proyectos concretos, sino que se creen estructuras estables, como pueden los institutos interdisciplinarios, en los que cooperen de forma permanente expertos de las distintas disciplinas, los cuales definan conjuntamente las líneas de investigación.

Harvard Graduate School Of Education



De especial interés para el objeto del presente estudio es el programa *Mind, Brain and Education*, de carácter transdisciplinar, que abarca campos como los de neurociencia, genética, psicología cognitiva y educación. A este programa se accede mediante un curso denominado *Cognitive Development, Education and the Brain*.

El Director de este programa es Kurt Fisher, que también es Profesor del mismo. Kurt Fisher destaca la importancia de conjugar la investigación y la práctica, como vía para alcanzar los mejores resultados tanto para la investigación como para la docencia. Se trata de una persona que goza de un amplio reconocimiento en esta materia.

El programa *Mind, Brain and Education* constituye una referencia sumamente interesante para otras instituciones que se planteen lanzar iniciativas pluridisciplinarias de esta naturaleza.

University of Cambridge.

Centre for Neuroscience in Education



Del contenido de artículos publicados por el *Centre for Neuroscience in Education*, se desprende su confianza en que la neurociencia puede proporcionar las claves para mejorar ciertos aspectos de la educación y superar algunos de los problemas actualmente existentes. Bien es cierto que, como pasa frecuentemente, la investigación universitaria en este caso se orienta, como en la mayoría de las ocasiones, hacia personas con

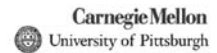
disfunciones y problemas específicos, no prestando la misma atención a la formación de colectivos normales, que constituyen la generalidad de la población.

Ahora bien, cabe esperar que si se descubren las claves del aprendizaje, las mismas podrán ser útiles para todo tipo de objetivos de la docencia, incluyendo la mejora de la eficiencia de la educación en el sentido más amplio.

Center for the Neural Basis of Cognition (Carnegie Mellon + University of Pittsburgh)

Varias de las líneas de investigación del CNBC, aunque no están dirigidas expresamente a la docencia, pueden conducir a hallazgos de interés para este campo. Por ejemplo, modelos computacionales específicos, que si se llegan a desarrollar con un grado de complejidad suficiente, podrían ser aplicables para experimentar ciertas prácticas educativas, antes de comprobar su efectividad en el aula. En cierto modo, la actividad investigadora en este campo puede ser complementaria de la correspondiente al proyecto Blue Brain, de la Escuela Politécnica de Lausanne. De forma análoga, sus estudios sobre las funciones cognitivas complejas podrían ser de utilidad para informar la práctica docente.

Otro aspecto interesante de la investigación en este centro es la variedad pluridisciplinar de sus equipos de trabajo.



Johns Hopkins School of Education

La colaboración de la *School of Education* con la *School of Medicine*, el *Kennedy-Krieger Institute* y el *Brain Science Institute* es buen ejemplo de cómo pueden llevarse a cabo proyectos multidisciplinarios entre instituciones cuyo fin primario es la docencia y otras del campo de la medicina, y en particular de las ciencias del cerebro.

El programa de formación *Mind, Brain and Teaching Certificate*, dirigido a profesores, administradores y estudiantes que buscan explorar el modo en que la investigación en materia de neurociencia y cognición puede informar el campo de la educación, constituye un proyecto especialmente adecuado para



facilitar a los docentes la familiarización con los hallazgos de la neurociencia.

Desde primavera de 2010, la *Johns Hopkins School of Education* ha acogido la iniciativa *New Horizons for Learning*, que permanecía inactiva desde septiembre de 2006, tras 26 años de funcionamiento.

Massachusetts Institute of Technology: brain + cognitive science

El Departamento de Brain+Cognitive Sciences, en el MIT, realiza una investigación avanzada de calidad en el campo de la cognición, y aunque *cognición* no es exactamente equivalente a *educación*, muchos de los descubrimientos en el campo de la cognición pueden ser de gran interés para los profesionales de la docencia, especialmente si se tiene en cuenta que, tal como se ha indicado antes, las áreas de investigación en el BCS incluyen el lenguaje, la memoria, percepción visual y cognición, cognición social, toma de decisiones y desarrollo cognitivo.

Una vez más se pone de manifiesto el interés de una aproximación entre ambos campos, y en este caso, cabe aventurar que merecería la pena intentar aplicar los hallazgos del BCS al trabajo de los docentes.

Dado el alto nivel científico del MIT y la importancia de los medios dedicados a la neurociencia y a la cognición, no cabe duda de que se trata de una referencia de gran interés.

UCL (University College of London)

El University College of London, la entidad más importante de Europa en materia de neurociencia, tiene siete importantes líneas de investigación, de las que las más estrechamente relacionadas con la aplicación de la neurociencia a la educación serían la neurociencia cognitiva, la neurociencia computacional y la neurociencia de sistemas.

En relación con la *neurociencia cognitiva*, que estudia el modo en que los procesos mentales se relacionan con el cerebro, tanto en niños como en adultos, sus estudios se basan en buena medida en el empleo de técnicas avanzadas relacionadas con la obtención



de imágenes neurofuncionales mediante resonancia magnética (fMRI); estimulación magnética transcraneal; y métodos neurosicológicos. Trabaja en líneas de investigación, como son las relacionadas con la *acción, la atención, la comunicación, las funciones ejecutivas, la memoria, la percepción y la consciencia, la cognición social, y el espacio y los números*.

Otras líneas de especial interés se refieren a la *neurociencia computacional*, para desarrollar y comprobar modelos que expliquen el modo en que las señales sensoriales son procesadas por las estructuras neurales; o la *neurociencia de sistemas*, que ha permitido explicar el funcionamiento de las áreas del cerebro visual que se ocupan de la percepción y el movimiento, cómo las células del hipocampo soportan la memoria espacial y la navegación o cuál es el papel del cerebelo en el aprendizaje motor.

En resumen, puede decirse que en cualquier aspecto de la neurociencia, el UCL es una referencia obligada.

Pontifical Academy of Sciences

La Academia Pontificia de las Ciencias no cuenta con un área o departamento dedicado expresamente a la neurociencia, y menos con una actividad específica de desarrollo de prácticas para la mejora de la eficiencia en la educación, informadas por la neurociencia.

No obstante, sí demuestra un interés por la relación entre la mente, el cerebro y la educación, como lo demuestra el hecho de haber incluido un grupo de trabajo expresamente dedicado a este tema con motivo de la celebración de su cuarto centenario. Como se ve por la lista de ponentes, la organización de este evento estuvo muy vinculada al programa Mind, Brain and Education de Harvard Education School y a la asociación IMBES.

Esto puede considerarse como un exponente del interés que esta cuestión está suscitando en diversos ámbitos.

Ross Institute

for Advanced Study and Innovation in Education

De acuerdo con la información que divulga el Ross Institute, se trata de una organización con planteamientos muy abiertos e



ROSS INSTITUTE

innovadores, en lo que se refiere a sus prácticas educativas, según se refleja en los programas y estrategias educativas de su Ross School.

Sus planteamientos se inspiran en gran medida en la iniciativa *Mind, Brain and Education*, y en la teoría de las *Inteligencias Múltiples* de Howard Garden, con quien mantienen algún tipo de relación, con el objetivo de acometer una educación global, que atienda a la mente, el cuerpo y el espíritu.

Se muestran interesados en la difusión de los resultados de sus experiencias educativas y de los proyectos de investigación que promueve el Ross Institute. Igualmente, son partidarios de la creación de redes para el intercambio de información, con el ambicioso objetivo de transformar la práctica educativa. Para ello, plantean la constitución de un consorcio interuniversitario en el que los participantes trabajen en colaboración.

Se trata de una organización creada en la pasada década de los noventa, por lo que aún es de origen reciente.

Lo más interesante es su vocación innovadora, que incluye la incorporación de los hallazgos de la neurociencia al diseño de prácticas y estrategias educativas.

Cornell University

Del conjunto de programas e institutos que se relacionan con la neurociencia en esta Universidad, se destacan los siguientes:

- La *Weill Cornell Graduate School of Medical Sciences* y el *Weill Cornell Medical College*.
- El *Sackler Institute*, del Weill Cornell Medical College
- El *Cognitive Science Program*

A continuación se incluye una breve reseña de sus actividades.

Weill Cornell Graduate School of Medical Sciences

El programa PhD en Neurociencia que ofrece la Weill Cornell Graduate School, así como el que ofrece la Cornell University en Ithaca conjuntamente con el Weill Cornell Medical College incluyen una serie de temas que pueden ser ilustrativos para los profesionales de la docencia que quieran profundizar en el conocimiento de los mecanismos neurales que constituyen la



base de la cognición y del comportamiento. Cuestiones como el desarrollo, la plasticidad neuronal, la percepción, la cognición, el aprendizaje, el comportamiento, la comunicación y la toma de decisiones, junto con las bases neurales de todo ello, podría constituir el núcleo de un programa de doctorado que se dirigiese a los profesionales de la docencia interesados en profundizar en el campo de las relaciones entre la neurociencia y las buenas prácticas para una mayor eficiencia en el ejercicio de la docencia.

Sackler Institute

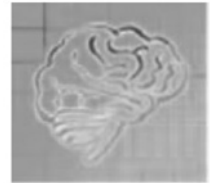
Puesto que este Instituto estudia el desarrollo típico y atípico del cerebro en edades tempranas, incluyendo los aspectos cognitivos y emocionales, los resultados de sus investigaciones, aunque se plantean para mejorar los métodos clínicos, podrían tener una proyección al campo de la educación, especialmente en la dirigida a los niños.

En este Instituto se estudia también el desarrollo del control ejecutivo en los niños de 2 a 5 años, así como el modo en que la atención selectiva influye en la adquisición de habilidades de alto nivel relacionadas con los números y la lectura, todo lo cual puede proporcionar unas referencias interesantes a los profesionales de la docencia.

Cognitive Science Program

Aunque el programa *Cognitive Science* de Cornell está concebido como un pregrado para entrada a posteriores estudios de grado, también podría adaptarse para ser impartido como un posgrado dirigido a licenciados en el campo de la docencia. Algunos de los aspectos que desarrolla, como la naturaleza de la mente, la adquisición y representación del conocimiento, la percepción, el conocimiento y el uso del lenguaje pueden ayudar a los docentes en el desarrollo de sus actividades educativas.

Repetidamente se ha hecho alusión a la conveniencia de la colaboración entre la neurociencia y la docencia, para lo cual se necesita una facilidad de comunicación entre los profesionales de ambos colectivos. Un programa de este perfil permitiría a los



docentes adquirir la base de conocimientos que posibilite su diálogo con los neurocientíficos.

The Rockefeller University

THE ROCKEFELLER UNIVERSITY
Science for the benefit of humanity

De forma similar a lo que sucede en la mayor parte de los centros de excelencia que se dedican a la investigación del cerebro, la finalidad de éste se centra en la medicina y en la clínica. No obstante, trabaja en cuestiones que, en algún momento, podrían prestar soporte a la investigación en la docencia, como son: efectos de la experiencia y de las hormonas en la plasticidad del cerebro, los mecanismos corticales de la percepción visual, o la neurobiología del comportamiento.

Maastricht University

Maastricht University *Leading in Learning!*

Como se puede apreciar, en el caso de la Universidad de Maastrich el nivel de la docencia y de la investigación en materia de Neurociencia es alto, desarrollando actividades de notable interés. Destaca, como en la mayor parte de los casos, el enfoque pluridisciplinar. En este caso, son también de señalar las colaboraciones con otras instituciones, tanto del mundo empresarial como del de la investigación. No obstante, de acuerdo con la tónica general, no parece que mantenga ninguna colaboración significativa con el mundo de la docencia. Ahora bien, sus actividades en el campo de la cognición permiten suponer que de sus conocimientos podrían sacarse deducciones interesantes para el ámbito de la educación.

BCBL (Basque Center on Cognition, Brain and Language)



El proyecto COEDUCA presenta un interesante aspecto, y es la variedad de variables que se tienen en cuenta para evaluar la adquisición de habilidades cognitivas, en este caso las relativas a la lectura.

El hecho de que se consideren factores de naturaleza genética junto con otros de tipo de entorno social o cultural, así como relacionados con la atención y las circunstancias emocionales, hace pensar que algunos de los hallazgos que se consigan podrían ser de utilidad para futuros estudios de carácter más amplio,

relativos a la identificación de buenas prácticas para la mejora del rendimiento educativo en las aulas.

UNIVERSIDADES Y OTRAS ENTIDADES ESPAÑOLAS

A continuación se incluyen algunas referencias correspondientes a algunas universidades e instituciones de investigación españolas, sin pretender citar todas aquellas que se encuentren presentes en el campo de la neurociencia, sino simplemente con la intención de presentar un panorama general.

UPM (Universidad Politécnica de Madrid)

La UPM cuenta con un centro de tecnología biomédica que desarrolla las siguientes actividades: Fabricación y biofuncionalización de nanoestructuras magnéticas; análisis funcional y cuantitativo de imagen para el diagnóstico; análisis de la conectividad cerebral para neurociencia cognitiva y diseño de marcadores biológicos; biomateriales e Ingeniería regenerativa; entornos inteligentes de monitorización y extracción de conocimiento; tecnologías de simulación, realidad virtual y guiado por imagen para cirugía mínimamente invasiva.

La UPM, participa en el proyecto internacional Blue Brain asociado al Instituto Brain and Mind de la EPFL (Escuela Politécnica Federal de Lausanne, Suiza).

La UPM es la sede principal del nodo Cajal Blue Brain que está integrado por investigadores de la UPM y del Instituto Cajal del CSIC en coordinación con investigadores de otras instituciones españolas y de otros países.

El proyecto internacional Blue Brain propone la ingeniería inversa del cerebro como mecanismo de simulación de las funciones neuronales al más elevado nivel de detalle. La UPM aporta la integración de datos procedentes de laboratorios de todo el mundo, desarrollando para ello tecnología biomédica para el estudio de las funciones neuronales por medio de análisis y visualización avanzada de datos.



Instituto Cajal (CSIC)

El Instituto Cajal es un Centro de Investigación en Neurobiología



perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Se trata del centro de investigación neurobiológica más antiguo de España. Sus investigadores y profesionales de renombre contribuyen al avance espectacular de la Neurobiología en todo el mundo.

Cuenta con los dos departamentos siguientes, cada uno de los cuales desarrolla las actividades que se incluyen a continuación de sus respectivos nombres:

Departamento de Neurobiología Molecular, Celular y del Desarrollo:

Regulación de la Morfogénesis del Sistema Nervioso en Vertebrados

Nanomecánica de Proteínas del Sistema Nervioso. Desarrollo del Telencéfalo

Desarrollo Temprano del Sistema Nervioso de Vertebrados

Análisis Genético de la Regulación Sináptica y Muscular

Generación y Degeneración Neuronal en Vertebrados

Polaridad Neuronal

Laboratorio de Neurofarmacología

Grupo de Neurodegeneración

El sistema olfativo y su desarrollo

Oxido nítrico y adrenomedulina en el sistema nervioso normal y patológico: isquemia cerebral y progresión tumoral.

Neuroinmunología

Involución del SNC en la Senilidad Normal y Patológica

Neurogénesis en el Individuo Adulto

Células madre/progenitoras neurales y diferenciación neuronal

Departamento de Neurobiología Funcional y de Sistemas

Fisiología celular de astrocitos y neuronas

Grupo de electrofisiología celular

Microorganización de la Corteza Cerebral Normal y Alteraciones de los Circuitos

Neurociencia de Sistemas

Esteroides neuroactivos

Grupo de Neuroinmunología

Electrofisiología experimental y computacional

Laboratorio de Circuitos Neuronales
Neurobiología de los ganglios basales
Grupo de Plasticidad Neural
Laboratorio de Neuroendocrinología

El instituto Cajal es una institución de gran solvencia científica, pero sus actividades se concentran en la investigación neurocientífica, sin que se vea una conexión entre la neurociencia que desarrolla y sus potenciales aplicaciones a la educación.

Universidad de Alicante: Instituto de Neurociencias

El Instituto de Neurociencias de Alicante se fundó formalmente en Febrero de 1990. Pasó a convertirse en una unidad asociada del Instituto Cajal del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en 1995 y fue transferido en 1996 a la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), de nueva creación. En 1999 se convirtió en el «Instituto de Neurociencias», una iniciativa conjunta de la UMH y el CSIC, dotada de su propio edificio, presupuesto e instalaciones de investigación. La UMH y el CSIC son responsables de la organización y el soporte económico del Instituto de Neurociencias. Los grupos de investigación del Instituto emplean una amplia variedad de técnicas, que incluyen los campos de biología molecular y celular, genética y fisiología.

Cuenta con tres unidades de investigación:

- Neurobiología del Desarrollo
- Neurobiología Molecular
- Neurobiología Celular y del Desarrollo

En principio, no se contempla una aplicación clara de los resultados de su investigación al campo de la mejora de las prácticas docentes.

Universidad de Barcelona: Instituto de Investigación en Cerebro, Cognición y Conducta (IR3C)

El IR3C, ubicado en la Universidad de Barcelona, surge como consecuencia de la interacción de tres niveles o planos de estudio de los individuos: el plano material o neurofisiológico, el plano simbólico, computacional o del procesamiento de información,



y el plano de la acción transformadora que opera sobre el entorno (la conducta actuante en un contexto). Las ciencias del cerebro, la cognición y la conducta tienen como objetivo general conocer y comprender mejor cómo los procesos cerebrales determinan las funciones cognitivas (percepción, memoria, aprendizaje, razonamiento y resolución de problemas, lenguaje, comunicación y emoción), posibilitando un comportamiento de los seres humanos capaz de adaptarse al medio y transformarlo con su actuación.

Estos ámbitos de especialidad son abordados actualmente por grupos de investigación pluridisciplinarios (biología, medicina, psicología, filosofía, ciencias de la computación e ingeniería del conocimiento) y, en opinión de sus promotores, el impulso científico que supone la creación de este Instituto tendrá notorias implicaciones significativas tanto para las personas y los grupos como para las organizaciones del trabajo y la sociedad en su conjunto.

Universidad de Granada



El grupo de Neurociencia Cognitiva de la Universidad de Granada está coordinado por Pío Tudela Garmendia y constituye una de las líneas de investigación que actualmente se desarrollan dentro del departamento de Psicología Experimental y Fisiología del Comportamiento de dicha Universidad. La neurociencia cognitiva trata de conjugar la investigación psicológica y neurofisiológica mediante la utilización de técnicas de imágenes de la actividad cerebral cuando los sujetos experimentales están realizando tareas de precisa significación psicológica.

Sus líneas de investigación son las siguientes:

1. Atención, control y consciencia
2. Atención y priming
3. Neuropsicología y neurociencia cognitiva
4. Orientación de la atención en el espacio y en el tiempo
5. Atención y emoción
6. Neuropsicología de la epilepsia
7. Aprendizaje y atención
8. Sinestesia

9. Desarrollo neurocognitivo de la atención
10. Resolución del conflicto y regulación de sentimientos
11. Percepción multisensorial

Varias de ellas pueden ser aplicables en cierta medida o servir de base para futuros trabajos de investigación cuyo objetivo sea el desarrollo de prácticas para la mejora de los procesos de educación.

Universidad de La Laguna

El grupo de investigación del Departamento de Psicología Cognitiva, Social y Organizacional de la Universidad de La Laguna tiene como objetivo fundamental la investigación de los procesos cognitivos y la representación cortical del lenguaje. Para ello sus científicos examinan distintos niveles de la comprensión y producción del lenguaje: procesamiento fonológico, silábico, morfológico, léxico, sintáctico, anafórico, etc. durante la lectura, o ante la comprensión del lenguaje en otras modalidades como la lengua de signos española, la palabra complementada y el Silbo Gomero. La investigación en su laboratorio abarca estudios con adultos jóvenes y con personas bilingües, así como personas mayores que muestran deterioro cognitivo ligero o padecen demencias. Para ello emplean metodología conductual, como el registro de tiempo de reacción, de los movimientos oculares, así como medidas electrofisiológicas y de neuroimagen.

Sus actividades tienen escasa relación con los objetivos de este estudio



Universidad de Murcia

La Universidad de Murcia ofrece un Programa de Posgrado de Neurociencia cuya finalidad es conseguir que el estudiante conozca en profundidad la estructura del sistema nervioso central y periférico, los procesos y mecanismos de su desarrollo y su función en el organismo adulto. Finalmente, se pretende que, a través de la comprensión de la función cerebral, entienda las bases biológicas de las funciones mentales (percepción, comportamiento, funciones superiores), el sustrato fisiológico de sus patologías y las estrategias terapéuticas para tratarlas. El Plan



de Estudios incluye tanto materias enfocadas a la investigación en Neurobiología básica, como otras con finalidad profesional dentro del campo de la Neurociencia cognitiva, afectiva y social.

La actividad investigadora incluye una docena de líneas, con escasa vinculación a la mejora de la práctica educativa.

3.2.2.- Asociaciones y otras agrupaciones de varias personas o entidades

Se considera también conveniente señalar la existencia de algunas iniciativas colectivas, como asociaciones o foros con interés en estas materias. Entre las de relevancia notable, bien por el número de entidades o personas que incluyen, o bien por la categoría científica o profesional de sus miembros o promotores, se presentan las que siguen.

AERA (American Educational Research Association)

Aunque se trata de una entidad muy centrada en la educación y en la investigación para desarrollo de prácticas que redunden en la mejora de la docencia (por lo que el seguimiento de sus actividades es muy interesante para las personas del mundo de la docencia), no parece que manifieste un particular interés por el seguimiento de las posibles aplicaciones de los avances de la neurociencia a la docencia.

CNS (Cognitive Neuroscience Society)

La Sociedad de Neurociencia Cognitiva está dedicada al desarrollo de la investigación sobre cerebro y mente, mediante el análisis de las bases psicológicas, computacionales y neurocientíficas de la cognición.

Desde su fundación en 1994, la Sociedad se ha dedicado a dar a conocer, a sus más de 2000 miembros alrededor del mundo, las últimas investigaciones, con objetivo de facilitar el dialogo científico, público y profesional.

Se trata de una asociación de interés, que proporciona la posibilidad de localizar otras iniciativas igualmente interesantes, relacionadas con diversas cuestiones en varios campos, tales como la cognición y el comportamiento, el proyecto de



construcción de un cerebro virtual (soportado económicamente por la Fundación James S. McDonell), o las bases cerebrales de la ética y la responsabilidad.

Sin embargo, no parece tener ninguna línea específicamente dedicada a las aplicaciones de la neurociencia a la docencia.

Earli (European Association for Research on Learning and Instruction)

Earli es una organización que, entre otros, manifiesta un decidido interés por investigar en qué medida la neurociencia puede informar la docencia, para unos mejores resultados de ésta. En la reunión del SIG sobre neurociencia y educación del año 2010 ha logrado contar con la participación de destacados científicos.

Se trata de una iniciativa que se puede considerar como una de las referencias principales y en la que sin duda interesará profundizar a los profesionales y las organizaciones de la docencia que quieran estar al corriente o que tengan interés en mantenerse la corriente del estado del arte de este tipo de cuestiones.



EBBS (European Brain and Behaviour Society)

Se trata de una asociación muy focalizada en la neurociencia propiamente dicha. Es de destacar el elevado número de neurocientíficos europeos que forman parte de ella.

No parece que tenga especial interés en lo referente a la aplicación de la neurociencia en el campo de la educación. Sin embargo, es de suponer que acumula un importante acervo de conocimientos de interés para la docencia.



FENS (Federation of European Neuroscience Societies)

Lo que en mayor medida caracteriza a FENS es su carácter de «asociación de asociaciones», por lo que sirve para identificar las asociaciones particulares de los distintos países europeos, otras monodisciplinarias que son miembros de FENS, así como otras con las que mantiene relaciones.

Es de señalar que una de las organizaciones con las que FENS mantiene contactos es la International Brain Research



Organisation, de la que es Presidente Carlos Belmonte, Director del Instituto de Neurociencias de Alicante.

SENC (Sociedad Española de NeuroCiencia)



Se trata de una asociación de carácter bastante general, dedicada principalmente a la promoción del conocimiento de la neurociencia y a su difusión. Concentra y canaliza buena parte de las inquietudes e intereses de diversos tipos de colectivos que trabajan en distintos aspectos relacionados con la creación, la difusión y la aplicación práctica de los conocimientos del campo de la neurociencia. No parece que tenga un interés específico en el campo de la neurociencia aplicada a la educación.

imbres (international mind, brain and education society)



Esta Asociación es un ejemplo claro de búsqueda de colaboración entre la educación y la neurociencia. Merece la pena mantenerse al corriente de sus actividades, iniciativas y recomendaciones.

Entre los miembros de su equipo directivo y de su Consejo Asesor figuran personas de reconocido prestigio en el campo de la neurociencia, lo cual representa una garantía a la hora de valorar la solvencia científica de esta asociación.

Puesto que IMBES presta apoyo al desarrollo de «escuelas de investigación» y de redes de estas escuelas, se considera que es una organización con la que merece la pena establecer contacto, en caso de que se desee poner en marcha una iniciativa de esta naturaleza. De forma similar, esta Asociación puede facilitar información acerca de las fuentes donde encontrar soporte para la puesta en marcha de programas dirigidos a formar a personal docente en el campo de *MInd, Brain and Education*. De forma similar, su colaboración para informar las políticas de educación se estima que sería de gran utilidad.

3.2.3.- Otras iniciativas de interés

Blue Brain Project



No se trata de un proyecto expresamente orientado a la aplicación de la neurociencia a la educación, sino que está pensado en

aplicaciones del campo de la medicina. No obstante, puesto que pretende llegar a simular el funcionamiento del cerebro completo y si alcanza este objetivo, sus resultados tendrán un potencial uso muy interesante también en el campo de las ciencias de la educación y del aprendizaje. Los resultados obtenidos hasta el momento permiten concebir unas expectativas muy halagüeñas.

Otro factor de interés es la participación en este proyecto de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y el Instituto Cajal (IC) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), a través de la iniciativa **Cajal Blue Brain**.

Oxford Forum

Se trata de una iniciativa muy centrada en la colaboración entre la neurociencia y la educación, en la que sería muy conveniente profundizar, pues puede aportar puntos de vista muy en línea con los intereses y las buenas prácticas en el campo de la docencia.

Los campos de conocimiento y los intereses investigadores de los Profesores Blakemore (descubridor de la naturaleza plástica del cerebro) y Geake se refieren no solamente a los aspectos básicos de la cognición, sino también a otros aspectos particularmente relevantes en los programas de formación, como pueden ser la comprensión de información compleja, el razonamiento analógico fluido, las capacidades cognitivas de alto nivel o la creatividad intelectual. Muy interesante es que dirigen sus trabajos al estudio de alumnos normales o superdotados, no limitándose al de aquellos que tienen algún tipo de disfunciones.

El tipo de interdisciplinaridad del grupo que participa en esta iniciativa (neurocientíficos, psicólogos y educadores), es asimismo muy apropiado a los fines que se pretenden. Por todo ello, se puede considerar como una de la iniciativas de interés, que convendría analizar en detalle.

New Horizons For Learning

Se trata de una iniciativa cuyo interés principal es la educación, pero tiene una sección suficientemente extensa dedicada a la Neurociencia, estableciendo así un estrecho vínculo con esta



disciplina. En conjunto, puede considerarse una iniciativa de interés para cualquier institución docente, y de modo especial, para aquellas interesadas en el seguimiento de las novedades referentes a la aplicación de la Neurociencia a la Educación, o en inspirar sus estrategias educativas en los hallazgos de la neurociencia.

Otro de sus aspectos de interés es el que aborda el proceso de aprendizaje a lo largo de todas las etapas de la vida, a través de su sección correspondiente al *Lifelong Learning*.

3.2.3.1.- Publicaciones sobre neurociencia y/o educación

Existen diversas publicaciones que recogen cuestiones de interés en materia de neurociencia, y en particular los últimos avances en este campo. Con objeto de proporcionar algunas referencias de interés, se ha considerado oportuno presentar las siguientes. (Puede encontrarse información más detallada sobre ellas en el anexo correspondiente.)

Journal of Cognitive Neuroscience (MIT Press Journals)

La Revista de Neurociencia Cognitiva investiga la interacción cerebro-comportamiento y promueve el intercambio de opiniones y conocimientos entre científicos. Las contribuciones tratan sobre la descripción de las funciones del cerebro y los eventos que ocurren en él y reflejan la naturaleza interdisciplinar del campo, cubriendo los avances de neuropsicología, psicología cognitiva, neurobiología, lingüística, ciencias de la computación y filosofía.

Si bien se centra en la neurociencia de la cognición, no parece que entre sus intereses ocupen un lugar destacado las aplicaciones a la educación, aunque no cabe duda que sus contenidos podrían ser interesantes para la investigación orientada al desarrollo de prácticas docentes.

Learning & Memory (CSH Press)

El carácter marcadamente científico de esta publicación se refleja en su Consejo Editorial, formado por personas de Universidades y centros de investigación (especialmente de las primeras). Se

trata de una revista cuya atención principal es la neurociencia, y la educación no es objeto prioritario de sus intereses.

Mind, Brain and Education (WILEY BLACKWELL)

La publicación ofrece investigación científicamente sólida y relevante para la educación, conectando mente, cerebro y educación, fomentando el tipo de relaciones que son esenciales para mejorar la práctica en la educación basada en la investigación.

Esta revista, como su nombre sugiere, guarda estrecha relación con el Programa *Mind, Brain and Education*, de la *Harvard Graduate School of Education*, así como con la asociación *imbes* (International Mind, Brain and Education Society), de la que puede considerarse que es su órgano de comunicación y difusión.

Por todo ello, se considera que se trata de una de las publicaciones de más interés y la que mejor encaja, entre las identificadas, en el tema de la aplicación de la neurociencia a la educación.

3.3- CONCLUSIONES QUE SE DESPRENDEN ACERCA DEL ESTADO DE LA CUESTIÓN

3.3.1.- La situación de la neurociencia

Como resultado de una revisión general de la actividad en los diversos entornos analizados, se comprueba que existe una fuerte actividad investigadora, en la que participan instituciones de la máxima solvencia científica, como consecuencia de lo cual se está produciendo un continuo desarrollo de los conocimientos en diversos campos de la neurociencia de la cognición y del comportamiento.

La investigación continúa a todos los niveles: molecular, celular, columna neocortical y grandes áreas cerebrales. Además del de carácter neurobiológico, es relevante el análisis funcional

Es interesante destacar que la investigación se está llevando a cabo a todos los niveles: por un lado, al de las funciones correspondientes a las grandes áreas del cerebro; en el otro

11 La columna
neocortical es la
unidad funcional más
pequeña del neocórtex;
tiene unas 10.000
neuronas en las ratas
y unas 60.000 en los
seres humanos.

extremo, la que lleva a cabo los estudios a nivel molecular y celular, analizando la naturaleza de las células, la forma en que procesan la información y los mecanismos de relación de unas con aquellas otras con las que se comunican; entre ambas se encontraría la investigación correspondiente a sistemas más complejos de conjuntos de células, tales como las columnas neurocorticales¹¹. Como resultado de todo ello, se va progresando en el conocimiento de la relación de las estructuras cerebrales con los procesos de la mente. Entre las distintas facetas de la investigación actual, un tema muy interesante es el que se refiere al estudio de los sistemas de neuronas de una cierta complejidad, pues su funcionamiento venía siendo una de las cuestiones más desconocidas.

***Las técnicas de imagen avanzan hacia una resolución
temporal y espacial mayor, al tiempo que la
capacidad de los equipos de computación sigue superando
sus límites***

En definitiva, puede resumirse la situación actual diciendo que continúan avanzando las fronteras del conocimiento en lo que se refiere a una amplia diversidad de aspectos específicos de la estructura y el funcionamiento del cerebro, a lo cual está contribuyendo el desarrollo tecnológico de los instrumentos que permiten visualizar distintas partes del cerebro en funcionamiento, cada vez con una mayor resolución temporal y espacial. La repercusión de todo esto en las aplicaciones clínicas es evidente, pero no lo es aún en la misma medida en la docencia y en la educación.

Las simulaciones del funcionamiento cerebral contribuirán a acelerar muchos de los procesos de investigación. Proyectos como los que está acometiendo el CNBC de Pittsburgh o el Blue Brain de la Escuela Politécnica Federal de Lausanne, suenan muy prometedores. El aumento de la potencia de cálculo de los grandes procesadores es otro de los factores tecnológicos que permite abordar ciertos tipos de simulaciones de objetos tan complejos como el cerebro: en estos momentos, IBM está en fase de construir el *Sequoia*, cuya entrega está prevista para el año 2011 y que tiene una potencia de cálculo de 20 Petaflops¹².

12 Un Petaflop = 1015
operaciones de coma
flotante por segundo

(Aunque la aplicación de esta máquina está prevista para otros usos, da una idea de la capacidad de proceso de datos a la que están llegando las TIC).

Probablemente, una de las dificultades para traducir los resultados de la investigación científica en aplicaciones prácticas para la docencia, reside en el hecho de que los resultados de la investigación se refieren a aspectos muy específicos, mientras que los procesos de aprendizaje y educación son el resultado de una compleja interacción de muchos de los mecanismos que se conocen de modo individual, junto con otros que tal vez no son aún suficientemente conocidos. La intrincada relación entre los diversos sistemas que forman parte de aspectos de la cognición, incluso de los aparentemente simples, constituye un importante factor de complejidad, que se hace más aparente si se tiene en cuenta los intensos fenómenos de realimentación de información que intervienen continuamente en la actividad cerebral.

¿Qué se deduce de todo esto, en lo que respecta a la utilidad de la situación presente de la neurociencia para ayudar a mejorar la práctica de la docencia? De acuerdo con lo expuesto, no existe aún una visión completa de las prácticas que, basadas en el óptimo aprovechamiento de los mecanismos y estructuras cerebrales, den lugar al óptimo aprovechamiento del potencial intelectual de las personas; para ello queda aún bastante camino por recorrer. Pero por otro lado, se dan las siguientes circunstancias de las que sería posible obtener ventajas:

- Existe una notable cantidad de conocimientos, que permiten tener una visión más clara de cómo funciona el cerebro en diversos aspectos, de algunos de los cuales no somos siquiera conscientes.
- La investigación continúa y se intensifica, cada vez apoyada por instrumentos y técnicas computacionales de mayor potencia y funcionalmente más avanzadas. Además, como se cuenta con una base de conocimientos mayor, la velocidad de avance de las fronteras del conocimiento se incrementa. Son de esperar descubrimientos de gran envergadura dentro de las próximas una o dos décadas.
- En su mayor parte, los resultados de la investigación se

orientan al campo de la clínica y a su aplicación en la remediación de problemas y disfunciones.

- La práctica totalidad del esfuerzo investigador en cuestiones como el aprendizaje de materias que forman parte del campo de la enseñanza se refieren a la adquisición del lenguaje, la alfabetización y la comprensión de los números y las cantidades.
- Con todo, existen ya suficientes conocimientos del campo de la neurociencia que sería bueno que fuesen tenidos en cuenta por los docentes para el enfoque de sus estrategias formativas y educativas. Para sacar un máximo aprovechamiento de esta circunstancia, sería deseable que profesionales de la docencia fuesen instruidos en ciertos aspectos de la neurociencia.
- Para obtener un rendimiento adecuado de la aplicación a la docencia del actual acervo de la neurociencia, sería preciso poner en práctica iniciativas de investigación con la participación de neurocientíficos y docentes, junto con científicos y profesionales de otras disciplinas, tal como se indica con más detalle en la Parte Cuarta.

3.3.2.- La posición de los docentes en lo que respecta a la neurociencia

Por lo general, los docentes muestran un gran interés por este tipo de cuestiones

Por lo general, los docentes muestran interés por aquello que la neurociencia les puede comunicar. En ocasiones, el desmantelamiento de los llamados «mitos del cerebro» (máximas o leyendas con poco o ningún fundamento científico, o extrapolaciones desenfocadas en su comunicación a través de los medios) puede suponer ya de por sí una contribución a la erradicación de prácticas erróneas.

El problema con el que suelen encontrarse los profesionales de la docencia es que rara vez (si alguna) tienen la oportunidad de encontrar programas de instrucción sobre estas materias, presentadas con rigor y de forma suficientemente completa y a ser posible, con un especial énfasis en aquellos aspectos que son de mayor aplicación para su trabajo. Sería de un gran interés,

en todos los sentidos, el habilitar programas de instrucción de los profesionales de la docencia que abordasen con suficiente profundidad las materias que podrían denominarse como «Neuroeducación» o aplicación de la neurociencia a la educación (aunque a veces se utiliza este término con un significado diferente). Se trata de una iniciativa que sería importante poner en marcha cuanto antes, si se quieren consolidar las bases para una máxima excelencia en la educación

En líneas generales, podría decirse que la posición de los docentes con relación a esta cuestión se encuadra en un rango que va desde la curiosidad hasta el alto nivel de interés, no siendo frecuentes las actitudes de desinterés o de oposición. Su problema muchas veces para asumir un mayor grado de implicación es que no saben bien cómo abordar la cuestión.

Respecto al punto de vista de los docentes, en lo que se refiere a la relación de la neurociencia con la educación, son interesantes los resultados de un estudio realizado conjuntamente por Susan J. Pickering y Paul Howard-Jones de la *University of Bristol*, que aporta una perspectiva del punto de vista de los educadores en lo que respecta a esta cuestión

Según se recoge en la publicación de la OCDE¹³, dicho estudio se basó en un cuestionario al que respondieron 198 personas del Reino Unido y de otros países, basándose en sus pensamientos, creencias y conocimientos acerca de la relación entre neurociencia y educación. Adicionalmente, una pequeña muestra de los participantes en la encuesta tomó parte en unas entrevistas semi-estructuradas, basadas en el cuestionario, pero que dejaban libertad a los entrevistados para dirigir la entrevista hacia las cuestiones que les interesaban. Los participantes fueron captados entre los asistentes a la conferencia *Learning and Brain Europe*, celebrada en 2005 en Manchester, la conferencia *Education and Brain Research*, celebrada en 2005 en Cambridge, y la página *Brain and Learning* de OECD/CERI.

El cuestionario incluía preguntas de respuesta breve, de respuesta libre y de tipo *escala Likert*, preparadas para recoger información acerca de:

- Los puntos de vista de los docentes acerca de la importancia

13 *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science*. OECD-CERI, 2007

del conocimiento de los modos de funcionamiento del cerebro, en una serie de actividades educativas de niños y adultos.

- Las fuentes de información empleadas por los educadores para informarse acerca del tema *neurociencia y educación*.
- Las ideas sobre educación, relacionadas con el cerebro, a las que habían llegado los docentes.
- Si las instituciones a las que pertenecían los participantes habían aplicado iniciativas basadas en ideas relacionadas con el cerebro y si las mismas habían sido útiles.
- La importancia de un cierto número de aspectos relacionados con la aplicación de la neurociencia a la educación, tales como: comunicación entre las partes interesadas; relevancia; accesibilidad de la información; y ética.

Los datos recogidos proporcionaron un ilustrativo reflejo de los puntos de vista de los profesionales acerca de la conexión entre la neurociencia y la educación. Entre los hallazgos de interés clave figuran los siguientes:

- Los educadores creen que la información acerca del cerebro es de gran relevancia para un amplio rango de actividades educativas, incluyendo el diseño y la puesta en práctica de programas educativos dirigidos a mayores y pequeños, con o sin problemas de aprendizaje, así como para la comprensión del papel de la nutrición en los resultados de la actividad educativa.
- Los educadores se basan en diversas fuentes de información sobre el cerebro, que incluye revistas académicas, conferencias, revistas profesionales, libros y formación práctica. Las diferencias en las preferencias acerca de las fuentes pueden ser el reflejo de la facilidad de acceso, experiencia previa y nociones preconcebidas acerca del papel de la neurociencia en la educación.
- Una gran cantidad de ideas acerca de «*cerebro y educación*» pululan entre las comunidades educativas. Las ideas utilizadas por las instituciones educativas van desde enfoques que tienen una base científica, como la teoría de las inteligencias múltiples, hasta «neuromitos», como los estilos de

aprendizaje del cerebro izquierdo y del cerebro derecho. No obstante, los encuestados evaluaron positivamente, por lo general, la utilidad de la mayor parte de las ideas que habían ido conociendo.

- Los profesionales se muestran más interesados por los resultados directamente relevantes para la práctica de las aulas que en los desarrollos teóricos que no son aún aplicables a la práctica. Sin embargo, no se muestran satisfechos con que se les diga «qué es lo que funciona», sino que están interesados en entender cómo y por qué ciertas prácticas informadas en el cerebro son de utilidad.
- Los profesionales de la educación manifestaron que tenían poco tiempo, tenían acceso escaso a recursos tales como revistas académicas, y se sentían vulnerables a personas que se declaraban expertas en prácticas basadas en el cerebro. Como posibles soluciones, identificaron las siguientes: creación de profesionales «híbridos» que pudiesen facilitar la comunicación interdisciplinar, incluyendo la neurociencia en la etapa de preparación inicial del profesorado, y lanzamiento de iniciativas dirigidas a ayudar a los profesores a desarrollar habilidades críticas para discutir las nuevas prácticas basadas en el cerebro.

Este estudio pone de manifiesto un alentador entusiasmo entre los educadores, y su deseo de entender cómo aprende el cerebro, y de utilizar este tipo de conocimientos para reforzar su práctica educativa.

3.3.3.- La posición de los responsables de las políticas públicas

Las cuestiones que aquí se tratan tienen que ver con la función de los responsables de políticas públicas de dos áreas: la educación y la investigación. En nuestro entorno próximo no existe, que se tenga noticia, una particular inquietud en ninguna de las dos, en lo que se refiere a la *toma en consideración del potencial de la neurociencia para una enseñanza mejor y ejercida de forma más eficiente*.

En otros países, como el Reino Unido o los Estados Unidos

parece que la situación es diferente. En ellos, determinadas instituciones que se encuentran a la cabeza en estas cuestiones, son consultadas por numerosos organismos públicos responsables del diseño y la ejecución de políticas de educación.

3.3.4.- Iniciativas de colaboración entre neurocientíficos y docentes

Aunque no son abundantes, las pocas que se conocen resultan de gran interés, al menos por lo que suponen como referencia de qué se podría hacer para progresar en este campo. Queda por andar casi todo el camino, pero al menos se ha dado el primer paso, y éste es siempre el principio de un gran recorrido. Es pronto para ver lo que darán de sí estas iniciativas y si continuarán o no con los planteamientos con los que han arrancado, aunque lo más probable es que se vayan reconfigurando a medida que vayan acumulando experiencia.

CUARTA PARTE

4.- HACIA UNA EDUCACIÓN MÁS INFORMADA POR LA NEUROCIENCIA

Como ya se ha indicado, el avance experimentado por la neurociencia ha conducido, como resultado más directo, a un mejor conocimiento de cuáles son las estructuras del cerebro y sus funciones, y en segundo lugar, a una visión más clara de los procesos de aprendizaje y de las bases neurológicas del comportamiento. Asimismo, estos conocimientos han facilitado la comprensión de los fundamentos científicos de ciertas buenas prácticas que se han venido empleando en la docencia, con resultados avalados por la experiencia.

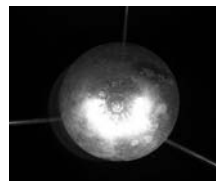
En definitiva, puede decirse que la neurociencia ha realizado aportaciones de interés a la docencia, pero es probablemente bastante más lo que pueden seguir aportando en un futuro próximo.

El conocimiento del cerebro debe ser uno de los aspectos que inspire el enfoque de la educación, junto con lo que ya se sabe de otros campos

Esto no quiere decir que el conocimiento de la fisiología del cerebro deba ser lo que marque las pautas para establecer las prácticas educativas; no se plantea un diseño de la docencia referido exclusivamente a la estructura y el funcionamiento del cerebro, pero sí se entiende que el conocimiento del cerebro debe ser uno de los aspectos que inspire el enfoque de la educación, junto con lo que ya se sabe y se viene utilizando en otras áreas del conocimiento, como pueden ser las ciencias sociales y educativas, la psicología y en especial, la experiencia acumulada de los profesionales de la docencia.

Se pretende saber lo que se conoce del cerebro, con objeto de contar con más y mejores instrumentos para educar mejor, pero esto no quiere decir que se deba prescindir de aquellos otros de los que se dispone y que se vienen aplicando con resultados satisfactorios.

En los apartados que siguen se profundiza en varios de estos aspectos.



4.1- EL DESEABLE DIÁLOGO ENTRE LOS NEUROCIENTÍFICOS Y LOS PROFESIONALES DE LA EDUCACIÓN

Si se parte de que la educación tiene como objeto el desarrollo más completo y equilibrado de las personas, con objeto de que se integren y configuren satisfactoriamente la sociedad en la que les tocará vivir, resulta evidente que interesa hacer uso de todos aquellos conocimientos que puedan contribuir a la consecución de este resultado.

En este campo, son los profesionales de la docencia quienes tienen una mayor experiencia y están más familiarizados con las ciencias de la educación y su aplicación. Ahora bien, los avances recientes de la neurociencia está arrojando luz adicional acerca del modo en que el cerebro recibe y procesa los distintos tipos de entradas sensoriales, en que reacciona ante distintos tipos de estímulos, procesa la información y hace uso del resultado de este proceso, en que recuerda y recupera la información almacenada y muchas cosas más. El conocimiento anteriormente existente de las estructuras cerebrales se está complementando, gracias al empleo de las técnicas para la obtención de neuroimágenes funcionales, con el del funcionamiento de sus distintas partes y la interacción entre éstas. En definitiva, los neurocientíficos tienen una visión complementaria de la de los docentes, en el sentido de que contemplan cómo se producen los procesos cerebrales que subyacen bajo las manifestaciones externas de los procesos de adquisición y utilización del conocimiento, así como del comportamiento. Su creciente conocimiento de la relación mente-cerebro constituye un activo que no se puede desaprovechar. De lo anterior, se desprende la utilidad que tendría una buena comunicación y, en muchos casos, un trabajo conjunto de los docentes con los neurocientíficos, siendo muchas las voces que insisten en los beneficios que se desprenderían de esta colaboración. Efectivamente, los docentes podrían ser informados de los fundamentos científicos de aspectos concretos que estarían interesados en comprender y además, podrían disponer de conocimientos que pudieran ser de gran utilidad y que no se aplican, simplemente porque desconocen su alcance o su existencia.



Por otra parte, a los científicos les podría venir muy bien estar al tanto de experiencia acumulada y la amplia información, muchas veces de carácter empírico, de que disponen los profesionales de la docencia. La investigación debe realizarse mirando a aspectos concretos de la realidad; una buena investigación debe plantearse como la búsqueda de la solución a un problema bien definido y en materia de docencia. Son los docentes quienes tienen una mejor visión de los problemas y de las variadas situaciones que se presentan. Por otro lado, la validez de los descubrimientos científicos debe comprobarse contrastándolos con la realidad y el ámbito de la docencia puede proporcionar el contexto adecuado para validar los hallazgos científicos.

***La creación de «escuelas de investigación»
sería una buena solución para
propiciar la colaboración entre
científicos y docentes***

Ahora bien, tradicionalmente no ha existido una comunicación fluida entre el mundo de la neurociencia y el de la docencia, si bien es cierto que recientemente se aprecia un cierto interés, en algunos ámbitos, por propiciar la aproximación entre ambos colectivos. Sería muy deseable insistir en esta línea, mediante el establecimiento de cauces estables y bien diseñados, con vistas a mantener una interlocución permanente e incluso una colaboración tanto en la investigación científica, como en la comprobación de los resultados de ésta y en el diseño de prácticas y procedimientos docentes basados en los descubrimientos de los que puedan derivarse resultados prácticos. Abundando en estas ideas, la creación de «escuelas de Investigación» sería una buena solución para crear un entorno de colaboración entre docentes y neurocientíficos, y para contrastar los resultados de la investigación o la validez de ciertas hipótesis.

4.2.- QUÉ DEMANDARÍA LA EDUCACIÓN A LA NEUROCIENCIA

Como resultado de la revisión de las diversas fuentes de información consultadas para la realización de este trabajo y teniendo en cuenta el estado actual de la neurociencia, se hace patente el



interés por identificar qué conocimientos adicionales desearían (o sería deseable) que se les transmitiese:

- a. Los profesionales de la docencia.
- b. Los responsables de las políticas educativas.
- c. Las organizaciones que requieren contar con personas competentes.

Asimismo interesaría intensificar la investigación referente a las siguientes cuestiones:

- a. Mecanismos del aprendizaje y modo de actuar sobre ellos para lograr unos mejores rendimientos .
- b. Otros aspectos de la educación. Modos de actuar sobre ellos.
- c. Modos de inducir la activación de ciertas funciones o estados del cerebro: la atención, la motivación, la creatividad, el control emocional, la resolución de problemas, la estimulación de las funciones ejecutivas, etc.
- d. Realización de estudios longitudinales, con objeto de determinar la extensión y la intensidad de los periodos sensibles a lo largo de la vida.
- e. Cómo plantear la educación (incluida la formación) durante las distintas fases de la evolución del cerebro, desde la infancia hasta las edades más avanzadas.

¿Qué querrían comunicar los docentes a los neurocientíficos?

¿Cómo y en qué medida querrían los docentes ser informados acerca de los futuros descubrimientos de la neurociencia de la cognición?

¿Qué otros aspectos que demandarían los docentes?

4.3.- QUÉ ESPERARÍA LA NEUROCIENCIA DE LA EXPERIENCIA DE LOS DOCENTES

Los neurocientíficos de la cognición podrían estar interesados en saber:

- a. Cuáles son las cuestiones que más interesan a los profesionales de la docencia y por qué
- b. Cuáles son las principales conclusiones de su experiencia docente



- c. Cuáles son los principales aspectos que determinan el contexto en que se llevan a cabo los procesos educativos y cuál la medida en que influyen.
- d. En qué medida creen los docentes que los hallazgos de la neurociencia podría resultarles de utilidad.

4.4.- INICIATIVAS DE INTERÉS

De acuerdo con lo que se ha expuesto en lo que antecede de este documento, se citan seguidamente varias iniciativas que se consideran de gran utilidad, con objeto de seguir avanzando en la aplicación de los conocimientos emergentes en el campo de la neurociencia, junto con aquellos de otras áreas de las que también puede sacarse provecho para la mejora de las prácticas docentes.

4.4.1.- UNAS PRÁCTICAS DOCENTES MÁS INFORMADAS POR LA NEUROCIENCIA

Puesto que todos los aspectos relacionados con el aprendizaje, la interpretación y valoración de la información recibida por los distintos cauces sensoriales, la creatividad, las capacidades ejecutivas, el comportamiento social ante diversas circunstancias, las repuestas emocionales a los distintos tipos de estímulos, y en definitiva todos los aspectos que tienen que ver con la necesidad de interactuar de forma exitosa con el entorno, tienen su base en las distintas estructuras del cerebro y con el sistema de conexiones entre ellas y con los restantes órganos de los que recibe o a los que envía información, parece evidente que no se debería demorar la puesta en marcha de iniciativas que tengan en cuenta todo lo que se sabe del cerebro, que puede servir para inspirar las buenas prácticas educativas. Para ello sería necesaria la previa instrucción de los docentes que fuesen a intervenir en este tipo de iniciativas, de modo que tengan una base de conocimientos suficiente para hacer posible la interlocución con los docentes.

4.4.2.- IDENTIFICACIÓN MÁS PRECISA DE LAS CAPACIDADES COMPLEMENTARIAS DEL CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN DEL MODO DE DESARROLLARLAS

De la información obtenida en las distintas fuentes consultadas se desprende que en la actividad cerebral intervienen diversas funciones, las cuales interactúan entre ellas para dar lugar a unos resultados finales, que se manifiestan en distintas formas de aprendizaje y de comportamiento, entre otras cosas.

Como se ha señalado en otras partes de este documento, la motivación, las reacciones emocionales que emergen del cerebro límbico y su interacción con ciertas áreas de los lóbulos frontales, la creatividad, las distintas «inteligencias múltiples», las capacidades ejecutivas son facultades del cerebro que, aunque no tienen carácter específicamente cognitivo, en el sentido estricto, tienen mucho que ver con la adquisición de conocimientos y con su utilización, con la educación considerada como el proceso de desarrollo de las capacidades y con la asimilación de valores, creencias y modelos mentales, así como con el control de la propia conducta y con el comportamiento dentro de la sociedad en la que se integra la persona.

***Una serie de capacidades complementarias
del puro conocimiento, necesarias para lograr
un buen nivel de competencia, no han recibido
suficiente atención por parte de los sistemas educativos***

En resumen, estas capacidades complementarias del conocimiento tienen un gran interés, pero no parecen haber sido objeto de suficiente atención. Las cuestiones en las que se ha centrado la investigación en mayor medida, en lo referente al aprendizaje, son aquellas que tienen que ver con la adquisición de conocimientos, especialmente en las etapas iniciales de la vida, como pueden ser la adquisición del lenguaje, la alfabetización o el cálculo numérico. Otros aspectos del aprendizaje y en particular, aquellos que tienen lugar en edades posteriores no han recibido una atención equivalente, pero donde parece que existen las mayores lagunas, en relación con conocimientos que puedan servir para informar la práctica docente, es en el campo de las capacidades complementarias del conocimiento

que se han mencionado. Como consecuencia de lo anterior, cabe señalar que sería de gran interés la intensificación del esfuerzo investigador en estas áreas, incluyendo las siguientes facetas:

- Identificación de cuáles son en realidad dichas capacidades, es decir, cuáles son los «constituyentes básicos» individuales, de cuya combinación pueden surgir otras. Por poner un ejemplo, del mismo modo que cada una de las «inteligencias múltiples» tiene una entidad en cierta medida propia, pero cuya conjunción puede dar lugar a otras adicionales (por ejemplo, la «inteligencia emocional», que resulta de la integración de la interpersonal y la intrapersonal), sería deseable contar con un inventario, elaborado sobre unos fundamentos científicos, de cuáles son los mencionados «constituyentes básicos», así como cuáles podrían ser las capacidades adicionales, en el caso de que existiesen, derivadas de la síntesis de algunos de aquellos.
- En segundo lugar, sería interesante trabajar en la elaboración de metodologías para evaluar el grado de desarrollo de dichas capacidades. Es evidente que no resulta fácil establecer métricas para calibrar este tipo de facultades, pero si se entiende que éstas son relevantes, es preciso buscar métodos que permitan estimar, con mayor o menor precisión, en qué medida están presentes y se cuenta con ellas.
- Como tercer paso, convendría investigar en qué medida las facultades señaladas influyen tanto en la adquisición de conocimientos y habilidades, como en el grado de eficiencia con que se aplican aquellos de los que se dispone.
En relación con este aspecto, es interesante mencionar el proyecto que, dentro de esta línea están desarrollando conjuntamente la Universidad Politécnica de Madrid y el Colegio del Sagrado Corazón – Carmelitas, de Vitoria, que trata de descubrir las posibles correlaciones entre algunas habilidades de carácter ejecutivo y el rendimiento escolar en determinadas asignaturas. Resultará muy interesante la interpretación de los resultados, una vez éstos se encuentren disponibles.
- Por último, si como resultado del paso anterior se probase



que, como se intuye y como parecen indicar un buen número de historias clínicas (tal vez la más conocida de éstas es la correspondiente a Phineas Gage, difundida por A. Damasio en su libro «El Error de Descartes»), dichas capacidades inciden de forma muy especial en los procesos cognitivos, resultaría evidente el interés en descubrir los procedimientos que permitiesen desarrollarlas.

En la actualidad se ofrecen bastantes metodologías cuya finalidad es el desarrollo de facultades relacionadas con las capacidades señaladas; efectivamente, existe una amplia oferta de programas para el desarrollo de la creatividad, de la capacidad de resolución de problemas, del liderazgo, de la inteligencia emocional, distintas modalidades de juegos para el entrenamiento cerebral, etc. Sin embargo, no se tiene noticia de que, al menos en la mayor parte de los casos, exista evidencia probada acerca de su eficacia y eficiencia, ni bases científicas suficientes para poder afirmar que sus enfoques sean los que mejor se acoplan a las características funcionales del cerebro y las zonas de éste en las que se asientan las facultades que, mediante el empleo de los productos mencionados, se pretenden desarrollar. Es por ello por lo que se propone abordar esta cuestión con rigor científico y en base a los resultados de los pasos precedentes.

Progresar ante la línea indicada puede ser de gran utilidad no solamente desde el punto de vista de la docencia, sino también desde el de los intereses de las empresas, para las cuales lo más importante no es la mera adquisición y disponibilidad de conocimientos, sino la transformación de éstos en resultados prácticos, mediante su eficiente aplicación. Las capacidades a las que se refiere este apartado son determinantes para la aplicación del conocimiento, y no obstante, casi nunca reciben la atención que se merecen, por lo que se puede imaginar que el correspondiente potencial no está suficientemente desarrollado en muchas ocasiones.

4.4.3.- PROFUNDIZACIÓN EN EL CONOCIMIENTO DE ACTIVIDADES DE INTERÉS Y TOMA DE CONTACTO CON ENTIDADES QUE ESTÁN DESARROLLANDO UN PAPEL RELEVANTE

Como resultado de este estudio, se han identificado una serie de organizaciones y proyectos que se considera que son referencias de interés, en cuyo conocimiento sería bueno profundizar, estableciendo contacto y relaciones con sus gestores, con el fin de poder evaluar con mayor precisión su potencialidad y de establecer vínculos de relación, en los casos en que esto se juzgue de interés.

Estas relaciones iniciales podrían evolucionar hacia colaboraciones de mayor enjundia en un futuro, si fuese interesante y procedente.

Habría que pensar cuál podría ser la institución que se ocuparía de estas funciones y el tipo de soporte que sería preciso proporcionarle.

4.4.4.- ELABORACIÓN DE PROPUESTAS DE INICIATIVAS

Son muchas las iniciativas que se podrían poner en marcha, en base al contenido de este documento. A modo de ejemplo, podrían citarse:

- La creación de un servicio de monitorización de los desarrollos de la neurociencia con potencial aplicación al campo de la educación.
- Creación de un servicio de información a los profesionales de la docencia
- Constitución de un foro de discusión y encuentro entre neurocientíficos y docentes
- Organización de conferencias y talleres alrededor de estos temas
- Creación de un curso en el contexto de la universidad para formar a profesores y docentes en el campo de la neurociencia de la cognición y del comportamiento
- Creación de un Instituto para la gestión de este tipo de cuestiones, etc.

Como se puede ver las opciones pueden ser muy variadas y nu-

merosas. Para su elaboración, sería precisa la participación de una institución que se ocupase de su análisis y promoción.

4.4.5.- ORIENTACIÓN A LOS RESPONSABLES DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE EDUCACIÓN

En el horizonte de las cuestiones relacionadas con la educación, se van perfilando nuevos enfoques, o tal vez incluso nuevos paradigmas que podrían llevar a contemplar el desarrollo del potencial intelectual de las personas desde una óptica diferente de los enfoques tradicionales. Entre las fuentes en las que se deben inspirar los planteamientos de las políticas públicas se encuentran, cómo no, las ciencias de la educación, pero cada vez se hace más evidente que otras ciencias, como las ciencias sociales, la psico-sociología o la psicología cognitiva constituyen referencias que deben ser tenidas en cuenta. De forma especial, en los momentos actuales, la *neurociencia de la cognición y del comportamiento* aporta una base sumamente importante para profundizar en el estudio de cuáles son los mecanismos y los estímulos que inducen las transformaciones que tienen lugar en el cerebro durante los procesos de desarrollo del potencial intelectual de las personas.

Como ya se apuntaba en un apartado anterior, para avanzar en la comprensión las bases de la adquisición del conocimiento, de la educación y del desarrollo de las facultades mentales de las personas, es muy importante la contribución conjunta de los expertos en las diversas disciplinas mencionadas, lo que exige en primer lugar, el desarrollo de un lenguaje común, con objeto de evitar el efecto «Torre de Babel», y adicionalmente, que los especialistas en cada dominio tengan claro qué es lo que saben y puedan aportar los de los restantes colectivos. Evidentemente, se trata de unas tareas no exentas de complejidad, que trascienden lo que son los planteamientos actuales.

Dentro de este escenario, es evidente la dificultad de diseñar políticas públicas que respondan bien a los modelos que reflejan el desarrollo de las capacidades de las personas y a la creación de los perfiles educativos más adecuados para aportar a la sociedad lo que ésta realmente necesita.



***Los responsables de las políticas de educación
deberían contar con el asesoramiento de
expertos solventes en neurociencias y su aplicación a la
educación***

Dada la trascendental repercusión del grado de acierto con el que se realicen las políticas educativas, es sumamente importante que los encargados de su realización se basen en el asesoramiento de expertos que tengan una visión global y acertada de las cuestiones señaladas. Sería por tanto muy deseable que colectivos de expertos del más alto nivel de solvencia en las citadas materias, elaborasen informes destinados a los encargados del diseño de las políticas de educación y que éstos contasen con la opinión de los expertos, previamente a la elaboración definitiva de los planes y programas de educación. No sería sensato proceder sin las cautelas necesarias a la hora de decidir sobre cuestiones que afectan de forma determinante al futuro de la sociedad y de las personas que forman parte de ella.

4.4.6.- DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE ESTE ESTUDIO

Se considera que sería útil la difusión de los resultados del estudio realizado, con objetos que los mismos pudiesen ser utilizados por quienes podrían sacar provecho de ellos. Para este fin se podría proceder a su publicación y difusión, así como a la realización de unas sesiones para su presentación.

Este primer trabajo podría ser seguido de otros posteriores, si se considerase interesante profundizar en algunos detalles concretos, o tratar con mayor extensión algunos de los temas que se apuntan.

4.4.7.- UN ESTUDIO DE PROSPECTIVA PARA EVALUAR LAS EXPECTATIVAS CON MÁS PRECISIÓN

Durante el desarrollo del trabajo para la elaboración del presente documento, se ha podido comprobar que se dan las siguientes circunstancias:

- En el campo de la neurociencia se están produciendo descubrimientos que arrojan luz sobre diversas cuestiones relacionadas con los procesos de aprendizaje, proporcionando

una explicación a los resultados que se derivaban ciertas prácticas docentes, en uso desde hace ya tiempo.

- La investigación está proporcionando nuevas claves acerca del funcionamiento del cerebro, la forma en que aprende distintas materias, el modo en que recupera y utiliza lo aprendido, la función de distintas partes del cerebro y las conexiones que se establecen entre ellas para funcionar de forma conjunta. Se espera que los avances en todas estas cuestiones proporcionen importantes claves que permitan un uso más eficiente de las capacidades intelectuales de las personas.
- Mucho se ha avanzado en el conocimiento de la incidencia que tienen las emociones en la cognición, así como en la repercusión de otros aspectos, como pueden ser la alimentación, el descanso, el entorno, etc., pero es mucho más lo que se espera descubrir como resultado de futuras investigaciones relativas a todas estas cuestiones.
- Asimismo, se espera que futuros hallazgos en lo que se refiere al desarrollo de determinadas capacidades, que parecen residir en los lóbulos frontales, como son las relacionadas con la planificación, la decisión y la ejecución, permitan abordar con un mayor conocimiento muchos aspectos relevantes relacionados con el aprendizaje y con el comportamiento.
- Un conocimiento más preciso de las pautas que sigue la evolución del cerebro como resultado de la edad y de la interacción con el entorno, así como las características de la plasticidad en las distintas regiones cerebrales, el momento de la aparición y la duración de los periodos sensibles y críticos correspondientes a diversos aspectos del aprendizaje, permitirán probablemente establecer mejor los planes de educación, ayudando a definir qué, cómo y cuándo conviene impartir distintas enseñanzas.
- Se puede esperar, en definitiva, que el desarrollo de la neurociencia en un futuro no demasiado lejano, proporcione indicaciones acerca del modo de orientar de forma más eficaz los procesos educativos, en base a nuevos descubrimientos científicos.

Resumiendo, es evidente que los hallazgos de los últimos años están iluminando distintos aspectos de la educación y del aprendizaje, al tiempo que puede esperarse que futuros hallazgos permitan definir prácticas educativas que no solamente proporcionen unos mejores rendimientos cognitivos, sino también un desarrollo más apropiado de las personas como tales y como consecuencia de ello, una sociedad en la que la vida resulte más gratificante y más adecuada a la propia naturaleza de las personas.

Como siempre, la cuestión clave es cuándo se producirán los distintos descubrimientos científicos, cuál será su alcance y qué aplicaciones prácticas podrán desprenderse de los mismos. Es evidente que no es fácil dar una respuesta precisa a todo ello, pero la realización de un estudio de prospectiva que contemple estas cuestiones ayudaría a tener una visión más aproximada de cuál puede ser la evolución de la neurociencia a medio plazo, tanto en lo que se refiere a los potenciales hallazgos científicos como en lo que respecta a las aplicaciones prácticas de los mismos en el campo de la educación.

Por las razones expuestas, se entiende que el desarrollo del mencionado estudio de prospectiva constituiría una iniciativa sumamente interesante para seguir progresando en la materia que constituye el objeto del presente documento.

CONCLUSIÓN

Es un hecho que el cerebro humano es una realidad compleja que regula la mayoría de las actividades del organismo. Nos convierte en lo que somos y es el responsable de toda nuestra actividad intelectual y emocional.

Saber cómo funciona y comprender sus interacciones sigue siendo un campo de estudio apasionante, alrededor del que se vienen construyendo teorías muy variadas.

Una idea es clara y ampliamente compartida: su objetivo esencial es lograr la supervivencia del individuo y todas sus acciones instintivas y primarias van encaminadas a ello. No obstante, puede que haya algo más: el ser humano no fue a la Luna, utilizando su cerebro, impulsado por un instinto de supervivencia. Tampoco parece que el estudio del origen del universo vaya a aportarle demasiado en este sentido. Parece que junto al ansia de subsistir está la no menos imperiosa de saber.

Respecto al resto de actividades que puede llevar a cabo y de cómo las lleva a cabo no hay el mismo grado de entendimiento. Esto está ocasionado por el desconocimiento, no ya de la estructura física del cerebro, sino de diversos aspectos de su funcionamiento.

Además, no hay que olvidar que la interacción con el entorno puede cambiar nuestra conducta y forma de pensar porque puede modificar el cerebro; la experiencia puede alterar la información genética y producir modificaciones no sólo en la estructura sino también en el funcionamiento cerebral.

A partir de esta idea llegamos a otra de las ideas que comparten casi todos los neurocientíficos: la plasticidad del sistema nervioso y, concretamente, del cerebro.

No obstante, también hemos concluido que hay momentos en los que el aprendizaje se produce de una manera más fluida y, por lo tanto, conlleva mejores resultados. Esta idea es fundamental para todos los educadores (padres y profesionales de la educación): debemos hacer la enseñanza compatible con el cerebro.

Hoy en día, la neurociencia quizás no es capaz de diseñar programas educativos perfectos para el desarrollo del cerebro y, como consecuencia, para mejorar los aprendizajes. Pero, no

es menos cierto, que con los conocimientos actuales puede orientar, ayudar, dar pautas,... a los educadores para diseñar actuaciones, nuevas formas de enseñanza y sistemas de estimulación encaminados a mejorar la actividad cerebral y, como consecuencia, la comprensión y ejecución de las funciones más complejas del ser humano.

Como resultado de este trabajo se han identificado instituciones que están poniendo en práctica experiencias interesantes y que están dispuestas a compartir e intercambiar sus conocimientos; asociaciones y redes de entidades creadas para avanzar conjuntamente en el desarrollo de los temas apuntados; instituciones que estarían interesadas en acometer conjuntamente proyectos de investigación; sitios donde se están abordando proyectos de alto nivel científico, de cuya evolución convendría hacer un seguimiento; tecnologías en proceso de desarrollo, de las que emergerán equipos de cuya existencia habría que estar al tanto. Una aportación adicional de este documento sería la de servir como elemento de ayuda para decidir hacia dónde continuar, porque lo que es seguro es que se debería continuar.



ANEXO ASOCIACIONES

AERA

<http://www.aera.net/>

**Acerca de AERA**

La Asociación Americana para la Investigación en Educación (AERA) fue fundada en 1916 con el propósito de mejorar el proceso educativo y la evaluación y promover la diseminación y las aplicaciones prácticas de los resultados de la investigación. Declara ser la asociación internacional más prominente, cuyo fin es la investigación en la educación y su aplicación práctica. Tiene más de 25.000 miembros entre educadores; administradores de centros educativos; directores de investigación; evaluadores de agencias federales, estatales o locales; estudiantes; y científicos del comportamiento.

Sus miembros pertenecen a un amplio campo de disciplinas, que incluyen educación, psicología, estadística, sociología, historia, economía, filosofía, antropología y ciencias políticas.

Esta organización otorga diversas distinciones, entre las que destacan las correspondientes a la Investigación en Educación, a la publicación de Libros Destacados, a Artículos de Investigación y a la Aplicación de los Resultados de la Investigación a la Práctica Educativa.

Posiciones Destacadas**Felice J. Levine (Presidenta Ejecutiva)**

Doctorada en psicología y sociología por la Universidad de Chicago. El trabajo de Levine se centra en las normas de investigación, ética en la investigación y leyes acerca de acceso a datos.

**Kris D. Gutiérrez (Presidenta electa)**

Universidad de Colorado.

Antes de ser la directora de esta asociación, Gutiérrez asistía una investigación en la Universidad de California sobre antropología en la vida diaria de las familias. Sus intereses de investigación están relacionados con la cultura, alfabetización y aprendizaje y sobre cómo los estudiantes interiorizan elementos culturales.





Carol D. Lee (Presidenta)

Profesora de ciencias del aprendizaje y estudios afroamericanos. La profesora Lee ha estado en la Universidad de Northwester desde 1991. Sus intereses de investigación se centran en educación urbana, apoyo cultural para la alfabetización, práctica educativa en la clase.

Comentarios

Aunque se trata de una entidad muy centrada en la educación y en la investigación para desarrollo de prácticas que redunden en la mejora de la docencia (por lo que el seguimiento de sus actividades es muy interesante para las personas del mundo de la docencia), no parece que manifieste un particular interés por el seguimiento de las posibles aplicaciones de los avances de la neurociencia a la docencia.



Cognitive Neuroscience Society (Sociedad de Neurociencia Cognitiva)

<http://cogneurosociety.org/>

Campo:

La Sociedad de Neurociencia Cognitiva está entregada al desarrollo de la investigación sobre cerebro y mente, mediante el análisis de las bases psicológicas, computacionales y neurocientíficas de la cognición.

El término neurociencia cognitiva ha estado con nosotros por casi tres décadas y se basa en un enfoque multidisciplinar para entender la naturaleza del pensamiento.

Desde su fundación en 1994, la Sociedad se ha dedicado a dar a conocer a sus más de 2000 miembros alrededor del mundo las últimas investigaciones con objetivo de facilitar el dialogo científico público y profesional.

Sus miembros, que llevan a cabo investigaciones para aclarar las bases biológicas de los procesos mentales, forman una red de trabajo de científicos trabajando por la investigación de cerebro, mente y comportamiento. Los resultados de estas investigaciones

se presentar en su conferencia anual de miembros. El programa de tres días abarca todos los aspectos de la investigación de neurociencia cognitiva con eventos como charlas, simposios, posters y eventos especiales.

La Sociedad también entrega ayudas: becas para cursos, becas de investigación e información de charlas científicas en su periódico mensual.

Sitios de interés:

En su página web se incluyen tres interesantes sitios de interés, uno que incluye una serie de universidades afiliadas a CNS, otro que incluye publicaciones (una revista y una monografía) y otro que recoge otras varias asociaciones y grupos de interés.

Universidades afiliadas

Neuroscience Institute at the University of California, Berkeley
Center for the Neural Basis of Cognition .

Center for Mind and Brain at the University of California,
Davis

Center for Cognitive Neuroscience at Dartmouth College

Center for Cognitive Neuroscience at Duke University

Center for Cognitive Neuroscience at the University of
Pennsylvania

Publicaciones (Son publicaciones del MIT)

The Journal of Cognitive Neuroscience

The Cognitive Neurosciences III by Michael Gazzaniga

Otros recursos (Son páginas de otras instituciones)

American Neuropsychiatric Association

Association for Psychological Science

The Feldenkrais Movement Institute

James S. McDonnell Foundation

Society for Neuroscience

Neuroethics

Cognitive Neuroscience Arena

Comentarios

Se trata de una asociación de interés, que proporciona la posibilidad de localizar otras iniciativas igualmente interesantes, relacionadas con cuestiones del campo de la cognición y el comportamiento, el proyecto de construcción de un cerebro virtual (soportado económicamente por la Fundación James S. McDonell), o las bases cerebrales de la ética y la responsabilidad.

Sin embargo, no parece tener ninguna línea específicamente dedicada a las aplicaciones de la neurociencia a la docencia.

**EARLI**

<http://www.earli.org/>

La finalidad de EARLI es dar soporte y promover una activa cultura investigadora en el campo del aprendizaje y la instrucción. EARLI ofrece a sus alrededor de 2.000 miembros de 40 países la oportunidad de participar en un diálogo crítico. De forma sistemática, intercambian y debaten ideas acerca de la investigación en materia de instrucción y educación. EARLI proporciona a estos profesionales de la enseñanza, procedentes de toda Europa y otras muchas otras partes del mundo, una plataforma de debate sobre temas de actualidad. A través de sus redes, actividades y publicaciones de revistas y libros, promueve una cooperación internacional e interdisciplinar.

Cuenta con 22 grupos de interés específico (SIG = Special Interest Groups), de los cuales uno de ellos se refiere a Neurociencia y Educación.

Este SIG agrupa investigadores de los campos de investigación educativa, cognitiva (y del desarrollo), psicología y neurociencia cognitiva, así como personas interdisciplinarias con preparación en estos campos, todos los cuales investigan el aprendizaje y el desarrollo humanos. Partiendo del principio básico del enfoque interdisciplinar, el SIG concibe la relación entre la investigación educativa y la neurociencia como una vía de doble sentido, con ricas y recíprocas interacciones.

Objetivos

El SIG pretende centrarse específicamente en la investigación empírica que se sitúa en la confluencia de la investigación educacional y la neurociencia. Un objetivo clave es la construcción de conocimiento fundamental acerca de los modos en los que los niños y los adultos aprenden y se desarrollan, utilizando para ello enfoques neurocientíficos combinados con los relativos al comportamiento. Adicionalmente, también hay lugar para teorizar acerca de la relación general entre ambas disciplinas, proporcionando de este modo un foro para abordar y debatir las promesas y los riesgos de este nuevo terreno interdisciplinar.

El SIG tiene también como finalidad la organización de simposios temáticos, talleres, conferencias y foros para promover el diálogo y la colaboración entre investigadores de los campos de la educación y de la neurociencia. También busca estimular la visibilidad de EARLI en los foros internacionales sobre neurociencia, mediante simposios que organizan los miembros del SIG en las conferencias sobre neurociencia. Se presta una particular atención a la formación de jóvenes investigadores, tanto en educación como en neurociencia. Se considera que esta formación es crucial para el éxito de la creación de un campo interdisciplinar que incluya la educación y la neurociencia.

La reunión Neurociencia y Educación 2010

Fechas de celebración: 3-5 de junio de 2010

Lugar: ETH Zürich, Switzerland

Tema: Educational Neuroscience: Is it a field?

El tema central del evento se focalizará en cuestiones teóricas y conceptuales. El tema de la neurociencia educacional (o al menos de la colaboración entre la neurociencia y la educación) surgió por vez primera hace ya más de 10 años. Con la creación de centros para la neurociencia educacional y de interés en el enfoque mente, cerebro y educación, es de particular importancia preguntarse: ¿Dónde estamos ahora? y ¿Hacia dónde está evolucionando este campo? ¿Qué cuestiones se han planteado? ¿Qué cuestiones deberán plantearse en el futuro?



Entre los ponentes principales figuran Brian Butterworth, Donna Coch, Elsbeth Stern, Kurt Fisher, Lutz Jänke y Usha Goswami

Coordinadores del SIG Neurociencia y Educación

Daniel Ansari

University of Western Ontario

daniel.ansari@uwo.ca



Bert De Smedt

University of Leuven, Belgium

Bert.DeSmedt@ped.kuleuven.be

Comentarios

Earli es una organización que, entre otros, manifiesta un decidido interés por investigar en qué medida la neurociencia puede informar la docencia, para unos mejores resultados de ésta. En la reunión del SIG sobre neurociencia y educación del año 2010 ha logrado contar con la participación de destacados científicos.

Se trata de una iniciativa que se puede considerar como una de las referencias principales y en la que sin duda interesará profundizar a los profesionales y las organizaciones de la docencia que tengan interés en mantenerse al corriente del estado del arte de este tipo de cuestiones.

European Brain and Behaviour Society (

Sociedad Europea de Cerebro y Comportamiento)

<http://www.ebbs-science.org/cms/>

Introducción



La sociedad europea de Cerebro y Comportamiento fue fundada en 1968. Su propósito es intercambiar información entre los científicos europeos interesados en la relación de los mecanismos cerebrales y el comportamiento. Para esto la Sociedad convoca un Encuentro General cada año. Los años impares por su

propia cuenta y los pares conjuntamente con The Federation of European Neuroscience Societies (FENS). También se organizan grupos de trabajos en temas específicos. EBBS es miembro fundador de FENS. Forman parte de EBBS alrededor de 15.000 neurocientíficos europeos.

Su próxima reunión anual (la número 43) tendrá lugar en Sevilla, del 9 al 12 de septiembre de 2011.

Comité de EBBS

Presidente: Richard Frackowiak (Suiza)

Profesor y director del Servicio de Neurología del departamento de Neurociencias Clínicas en la universidad de Lausanne. Ha sido profesor de neurología cognitiva en la universidad de Londres y director del departamento de estudios cognitivos en el Ecole Normale Supérieure en París. Su interés científico se basa en la neuroimagen del cerebro humano en la salud y en la enfermedad. Se centra en la plasticidad del cerebro y su recuperación de daño cerebral, especialmente en los casos de enfermedades neurodegenerativas.



Presidente electo: Carmen Sandi (Suiza)

Carmen Sandi es profesora en el Instituto Mente Cerebro en la Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. Es directora del laboratorio de genética comportamental de la misma universidad. Se graduó en psicología por la universidad pontificia de Salamanca en 1984, tiene un master en psicología clínica y un doctorado en neurobiología comportamental. Siempre ha estado interesada en conocer en ambos niveles fenomenológicos y mecanísticos- como el estrés afecta a las funciones del cerebro, el comportamiento y la cognición.



Secretaria: Verity Brown (Reino Unido)

Su investigación está relacionada en cómo el cerebro organiza las respuestas y controla las acciones. El cerebro opera por selección de los inputs y generando respuestas que sean apropiadas y efectivas para sus objetivos. Su última investigación está dirigida a la comprensión de este proceso y por qué falla en ocasiones como en la esquizofrenia, depresión o enfermedad de Alzheimer. Está particularmente interesada en mejorar la eficiencia, eficacia



y validación de los modelos usados por la industria farmacéutica para el desarrollo medicinal. Puede ser contactada en: vjb@st-andrews.ac.uk

Tesorero: Melly S. Oitzl (Holanda)

Dra. Oitzl estudio psicología especialidad en neurofisiología y neurobiología. En 1989 recibió su doctorado por la facultad de Ciencias Naturales de la universidad de Düsseldorf, Alemania. En 1990 se unió a la división de farmacología médica en Leiden. Fue profesora de neurobiología cognitiva en la universidad de Amsterdam en el 2006.

Campo de investigación: Investigación en el control hormonal, cubriendo diferentes aspectos como la privación de la madre en los neonatos, estrés crónico, emociones, aprendizaje y memoria en entornos de estrés. Últimamente, Oitzl en colaboración con la universidad de Trier (Alemania) está estudiando el efecto del estrés en el sistema de memoria.



Otros participantes:

Bea de Gelder (Holanda)

Se graduó en Psicología en el año 1972 en la universidad de Louvain, Belgica. Fue profesora de Filosofía de la Ciencia en Leiden y en Tilburg. En la mitad de los noventa cambió su campo de interés a las ciencias cognitivas y hoy en día continúa trabajando en ello.

Intereses: Analizar cómo la interacción con la vista, el oído y la emoción influye en el aprendizaje de los humanos. Comparar desórdenes neurofisiológicos con los normales. Analizar cómo reconocemos caras familiares y sus desórdenes. Reconocimiento inconsciente en pacientes con daño cortical. Expresión emocional en el cuerpo.



Nicola Clayton (Reino Unido)

Profesora de Evolución y Comportamiento en la universidad de Cambridge.

Profesora de Psicología comparativa del aprendizaje y cognición en la universidad de Cambridge.

La investigación de la profesora Clayton se basa en la cognición comparativa. Sus estudios actuales incluyen exámenes



de cognición social y física de algunos pájaros. Está interesada en la evolución y desarrollo de la cognición en animales y niños pequeños. Trabaja con una gran variedad de pájaros pero también con ratas y humanos.

Nicola Clayton es también una gran bailarina y está fascinada entre la relación de la ciencia y el baile. Está colaborando con la Compañía de Baile Rambert para recrear una obra sobre las investigaciones de Darwin.

Agnes Gruart i Masso (España)

Se licenció en Psicología en la Universidad Autónoma de Barcelona, donde también obtuvo un Máster en Neurociencias por el Departamento de Biología Celular y Fisiología. Realizó su trabajo predoctoral en el Laboratorio de Neurociencia de la Universidad de Sevilla y se doctoró en la Universidad Autónoma de Barcelona con la tesis titulada Bases fisiológicas del condicionamiento clásico del reflejo corneal codirigida por los profesores José María Delgado García e Ignacio Morgado Bernal.

Su tema de interés es el estudio de las BASES FISIOLÓGICAS DEL APRENDIZAJE Y LA MEMORIA; es decir, el estudio de los procesos que ocurren en el sistema nervioso cuando se adquiere una nueva respuesta motora. También ha participado en una serie de trabajos en los que se realizan distintas manipulaciones del nervio facial: rotación de la rama zigomática, anastomosis entre la rama bucal y zigomática y anastomosis hipogloso-facial, con el fin de estudiar la capacidad de readaptarse del sistema en respuestas reflejas y con entrenamiento durante sesiones de aprendizaje. Estos estudios han revelado que las motoneuronas no varían su actividad neuronal de acuerdo a la función del nuevo blanco; sin embargo, hay un gradiente de compensación que resulta más efectivo según la similitud al músculo inervado con anterioridad.

En la actualidad realiza registros electrofisiológicos en distintas estructuras cerebrales durante la ejecución de respuestas palpebrales reflejas y aprendidas. Estos estudios se completan con estudios moleculares y celulares en colaboración con otros integrantes de la División de Neurociencia.




Fotini Stylianopoulou (Grecia)

Intereses de investigación: Mecanismos celulares relacionados con la plasticidad neuronal, diferenciación sexual en el cerebro, neurobiología del estrés y neurotoxicidad y reparación.

Profesora en Stanford : Ciencias biocomportamentales.

Profesora en el Instituto politécnico de Rensselaer (E.E.U.U.): Química.


Nicole von Steinbüchel (Alemania)

Profesora de la universidad de Múnich en el departamento de psicología médica y sociología médica.

Intereses de investigación: Psicología médica, neurociencia cognitiva, neuropsicología, sociología medica.

Otros Miembros:

Mathias Schmidt

Max-Planck-Institute for Psychiatry

AG Müller

Kraepelinstr. 2-10

80804 München

Germany

mschmidt @ mpipsykl. mpg.de

Krzysztof Turlejski

Neurophysiology

Nencki Inst

3 ul Pasteura

02-093 Warsaw

Poland

k.turlejski@nencki. gov.pl

Alessandro Treves

SISSA - Cognitive Neuroscience

via Beirut 2

34014 Trieste

Italy

ale @ sissa.it

Grupos de trabajo

Los grupos de trabajo de EBBS juegan un papel importante en conseguir el primer objetivo de la Sociedad: preservar y promocionar la excelencia en el enfoque cognitivo y comportamental en la comunidad europea de neurociencia. Un grupo de trabajo está compuesto en torno a un tema específico de interés para la comunidad de neurociencia comportamental y provee un foro de discusión para las últimas investigaciones. Los encuentros suelen durar 3 días y tienen un número limitado de ponentes para así poder dedicar mayor tiempo a la discusión. Un grupo de trabajo corriente tiene alrededor de 20 ponentes invitados y unos 100 participantes.

Comentarios

Se trata de una asociación muy focalizada en la neurociencia propiamente dicha. Es de destacar el elevado número de neurocientíficos europeos que forman parte de ella.

No parece que tenga especial interés en lo referente a la aplicación de la neurociencia en el campo de la educación. Sin embargo, es de suponer que acumula un importante acervo de conocimientos de interés para la docencia.

FENS (Federación Europea de Sociedades de Neurociencias)

<http://fens.mdc-berlin.de/>

FENS es la Federación Europea de Sociedades de Neurociencias que fue fundada en 1998 en el Foro Europeo de Neurociencias en Berlín y es el sucesor de ENA, la Asociación Europea de Neurociencias. FENS fue fundada con el propósito de avanzar la investigación y educación en neurociencia y de representar la investigación en neurociencia en el consejo europeo del cerebro. FENS es el socio Europeo de la American Society for Neuroscience.

FENS está gobernado por el consejo FENS, representado por todos los miembros de las sociedades que toman parte. Tres oficinas oficiales: Berlín, Burdeos y Kuopio.

 Federation of European Neuroscience Societies





Presidente: Helmut Kettenmann (hasta 2010)

Sociedades Miembro Nacionales

Sociedad de Armenia de Neurociencia
 Asociación de neurociencia de Austria
 Sociedad de neurociencia de Bélgica
 Sociedad de investigación cerebral de Finlandia
 Asociación británica de neurociencia.
 Sociedad croata de neurociencia.
 Sociedad checa de neurociencia.
 Sociedad danesa por la neurociencia.
 Neurofederación holandesa.
 Asociación de neurociencia de Georgia.
 Sociedad alemana de neurociencia.
 Sociedad griega por la neurociencia.
 Sociedad de Israel por la neurociencia.
 Sociedad húngara de neurociencia.
 Asociación lituana de neurociencia.
 Sociedad nacional de neurociencia de Rumanía.
 Sociedad de neurociencia de Turquía.
 Sociedad noruega de neurociencia.
 Sociedad polaca de neurociencia.
 Sociedad rusa de fisiología.
 Sociedad de Eslovaquia para la neurociencia.
 Sociedad española de neurociencia.
 Sociedad portuguesa de neurociencias.
 Sociedad italiana de neurociencias.
 Red de neurociencias sueca.
 Sociedad suiza por la neurociencia.
 Sociedad ucraniana por la neurociencia.

Sociedades monodisciplinarias, miembros de FENS

- European Behavioural Pharmacology Society (EBPS)
- European Brain and Behaviour Society (EBBS)
- European College of Neuropsychopharmacology (ECNP)
- European Confederation of Neuropathological Societies (Euro-CNS)

- European Molecular and Cellular Cognition Society (EMCCS)
- European Society for Neurochemistry (ESN)
- Federation of European Physiological Societies (FEPS)
- The International Behavioural and Neural Genetics Society (IBANGS)

FENS FORUM

Cada dos años, FENS organiza en Europa un gran encuentro científico llamado Foro FENS. El foro FENS cubre todos los campos de la investigación en neurociencia. Cada dos años el Foro en Neurociencia Europea es un referente (a must in Europe) no solo para neurocientíficos Europeos sino también para aumentar el número de investigadores de todas partes del mundo que quieren presentar sus datos más recientes y que quieren acudir a las charlas más prestigiosas en el estado del arte de la neurociencia.



FENS Foros:

- 1998 – **Berlin**, Germany: June 27–July 1
 2000 – **Brighton**, UK: June 24 –28
 2002 – **Paris**, France: July 13 –17
 2004 – **Lisbon**, Portugal: July 10 –14
 2006 – **Vienna**, Austria: July 8 –12
 2008 – **Geneva**, Switzerland: July 12–16
 2010 – **Amsterdam**, The Netherlands: July 3–7
 2012 – **Barcelona**, Spain: July 14–18

Además del Foro FENS también existen **encuentros regionales**. Esta iniciativa apoya a aquellas comunidades que no están preparadas para un encuentro como el foro FENS pero que desean estar al corriente de las novedades en neurociencias europeas.

PENS es el programa europeo de colegios neurocientíficos. Este programa tiene como objetivo entrenar estudiantes y jóvenes investigadores en las actividades educativas apoyadas por FENS.

PENS ofrece fondos económicos para apoyar actividades de sus colegios y cursos de alta calidad, con una amplia variedad de temas importantes dentro de la neurociencia.

NENS (Network of European Neuroscience Schools), red de escuelas europeas de neurocientíficos, tiene como propósito incentivar las interacciones entre diferentes programas de grado europeo en neurociencias. Durante los últimos años el número de programas de grado en el campo de la neurociencia ha ido incrementándose. En FENS creemos que es momento de que las diferentes escuelas de neurociencias se pongan en contacto.

EUROPEAN JOURNAL OF NEUROSCIENCE (EJN)

El periódico oficial de FENS es publicado por Wiley-Blackwell. Publican artículos originales sobre investigación en el campo de neurociencia molecular, celular, de sistemas, del comportamiento y cognitiva.

RELACIONES DE FENS

FENS tiene una relación estrecha con varias organizaciones:

- International Brain Research Organisation (IBRO) (Su actual Presidente es Carlos Belmonte, Director del Instituto de Neurociencias de Alicante)
- European Brain Council (EBC)
- American Society for Neuroscience (SfN)
- European Dana Alliance for the Brain (EDAB)

Comentarios

Lo que en mayor medida caracteriza a FENS es su carácter de «asociación de asociaciones», por lo que sirve para identificar las asociaciones particulares de los distintos países europeos, otras monodisciplinares que son miembros de FENS, así como otras con las que mantiene relaciones.

Es de señalar que una de las organizaciones con las que FENS mantiene contactos es la International Brain Research Organisation, de la que es Presidente Carlos Belmonte, Director del Instituto de Neurociencias de Alicante.

SENC (Sociedad Española de NeuroCiencia)

Introducción

1985: Se constituye SENC con la finalidad de hacer avanzar el conocimiento del sistema nervioso y difundirlo.

1998: SENC comienza a formar parte de FENS.

Hoy en día cuenta con más de 900 miembros que tratan los siguientes temas:

- Biología molecular y celular.
- Bioquímica.
- Fisiología y farmacología.
- La anatomía y biología del desarrollo.
- Farmacología y C.C. de la conducta.
- Física y matemáticas.
- Neurología.
- Neurocirugía y psiquiatría.

Objetivos

Promover el desarrollo del conocimiento en la neurociencia en España.

Facilitar contacto entre científicos.

Estimular la investigación.

Promover relaciones con otros organismos.

Función educativa y de divulgación de la neurociencia.

Influir en la sociedad para mayor atención, recursos, formación y mayor investigación.

Grupos de investigación

- Neurobiología de opiáceos y aminas biógenas: nuevos medicamentos contra el parkinson.
- Plasticidad neural y reparación de trauma modular.
- Neurociencia y control motor.
- Arquitectura normal y regeneración del sistema nervioso en primates.
- División de neurociencias de la universidad Pablo de Olavide, Sevilla <http://www.upo.es/laboratoriodeurociencias/>
- Fisiopatología de la neuroprotección por el factor trófico IGF=I



- Neuroinflamación
- Área de anatomía y embriología humana.

La Asociación de Estudiantes

La Asociación de Estudiantes de Neurociencias de la Universidad Autónoma de Barcelona (AENC-UAB) nació en 1996 como iniciativa de un grupo de jóvenes investigadores, estudiantes del doctorado en Neurociencias, que se plantearon críticamente algunos de los aspectos de su formación como futuros científicos, el funcionamiento del mundo de la investigación y la problemática de la divulgación de su campo de estudio entre un público general y especializado. No obstante, a pesar de que la Asociación fue constituida en sus orígenes por estudiantes, actualmente no sólo está formada por doctorandos sino también por profesores, investigadores y otros profesionales que trabajan o tienen interés y curiosidad por diversas temáticas neurocientíficas. En consonancia con la característica de multidisciplinariedad propia de la Neurociencia, la AENC-UAB está constituida por personas de ámbitos tan dispares como la Biología, la Medicina, la Psicología o la Veterinaria. Esto hace que la asociación pueda considerarse tanto un medio para unificar y dar a conocer las muchas áreas de conocimiento de esta disciplina, como un punto de encuentro para los diferentes profesionales dedicados a la Neurociencia dentro de la universidad. Así, anualmente se organiza una jornada para dar cita a todos los neurocientíficos y amantes de la Neurociencia. En la jornada, mediante una conferencia y una mesa redonda, se pretende divulgar el conocimiento sobre un tema científico de interés, como por ejemplo los aspectos científicos, éticos y legales de la experimentación animal, la neurogenética, la comunicación de la ciencia, la memoria, etc.

Otras actividades

Asociación de mujeres científicas: En Diciembre de 2001, un grupo de mujeres de variadas disciplinas fundan la Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas. Es una asociación no excluyente que pretende ser voz, foro de discusión y red de apoyo

para todas las investigadoras y universitarias concienciadas de que tienen que trabajar juntas para así lograr la participación de mujeres en la ciencia.

Organización de Eventos

Una de las actividades de la SENC consiste en la organización de distintos tipos de eventos. Algunos de los más significativos se citan a continuación:

- XIII Congreso de la Sociedad Española de Neurociencia. Tarragona
- Semana del cerebro 2009: La **Semana Mundial del Cerebro** se celebra conjuntamente en más de 60 países, siendo ésta su undécima edición. Se trata de una de las actividades que promueve la Dana Alliance para una mayor y mejor difusión de la importancia de la investigación sobre el cerebro.
- Cajal Winter Conferences. Sexta edición: Marzo del 7 al 12, 2010. Papel de las células gliales en la salud y en la enfermedad.
- Otros eventos: Varias charlas y cursos en diferentes puntos del país. Destaca en este punto el X Curso Nacional de Neurociencias del año 2008.

Comentarios

Se trata de una asociación de carácter bastante general, dedicada principalmente a la promoción del conocimiento de la neurociencia y a su difusión. Concentra y canaliza buena parte de las inquietudes e intereses de diversos tipos de colectivos que trabajan en distintos aspectos relacionados con la creación, la difusión y la aplicación práctica de los conocimientos del campo de la neurociencia.

No parece que tenga un interés específico en el Campo de la neurociencia aplicada a la educación



IMBES

(Sociedad Internacional de Mente, Cerebro y Educación)

<http://www.imbes.org/mission.html>

Misión

La misión de la Sociedad Internacional de Mente, Cerebro y Educación tiene como propósito facilitar la colaboración intercultural en todos los campos que son relevantes y que conectan la mente, cerebro y educación, tanto en teoría como en práctica. La ciencia y la práctica se benefician mutuamente como resultado de una mutua interacción bidireccional. Así como la ciencia proporciona unos conocimientos de utilidad para la educación, la práctica puede ayudar a definir los enfoques de la investigación más prometedores y contribuir al ajuste de las hipótesis que deben someterse a comprobación. La Sociedad invita a los investigadores y profesionales de todos los niveles de la educación a explorar las cuestiones y sus correspondientes propuestas de solución relacionadas con la conjunción de *mente, cerebro y educación*. Se trata de crear entornos donde las ideas son bien recibidas, a la vez que examinadas de forma crítica y rigurosa.

El objetivo principal de la Asociación es impulsar las dinámicas relaciones entre neurociencia, genética, ciencia de la cognición, desarrollo y educación, de modo que cada uno de estos campos se beneficie de los restantes e influya sobre ellos, incluyendo en esta mutua relación las cuestiones a plantear, los fenómenos a abordar y los métodos a emplear.

Con la finalidad indicada, los objetivos de imbes son:

- Mejorar el estado del conocimiento y el diálogo entre la educación, la biología, y las ciencias del desarrollo y la cognición
- Crear y desarrollar recursos para científicos, profesionales, responsables de políticas públicas y el público.
- Crear e identificar información de utilidad, orientaciones de la investigación y prácticas educativas prometedoras

Como medio para cumplir estos objetivos,
la Sociedad se ocupará de:

- Compartir ideas, críticas, visiones y resultados, a través de una revista y otras publicaciones.
- Organizar simposios, talleres y conferencias, como foros para promover el diálogo.
- Promover la colaboración entre investigadores y profesionales en los campos de la neurociencia, genética, ciencia cognitiva y educación.

Órgano rector:

Antonio Battro – Presidente
Marc Schwartz – Presidente Electo
Kurt Fischer – Anterior Presidente
Debrah Hall - Vice Presidenta
Katie Bradarich – Secretaria
Burnette Hamil – Tesorera

Consejo de Dirección

Dan Willingham
Nora Newcombe
Hideaki Koizumi
Elisabeth Stern
Usha Goswami

Consejo Asesor

Daniel Cardinall
Antonio Damasio
David Daniel
Stanislas Dehaene
Kevin Dunbar
John Gabrieli
Howard Gardner
Paul van Geert
Tami Katzir
Kenneth Kosik
Pierre Léna

Bruce McCandliss

Laura-Ann Petitto

David Rose

Anne Rosenfeld

Courtney Ross

Maryanne Wolf

Namhee Woo

Actividades

Imbes publica la revista *Mind, Brain and Education*, la cual viene a ser el órgano de comunicación de esta Asociación. De momento, se viene publicando con una periodicidad trimestral.

Cada dos años (los impares), realiza una conferencia internacional. La próxima tendrá lugar el 2011, en San Diego (California)

Además, organiza algunos talleres sobre temas específicos, sin una periodicidad fija.

Comentarios

Esta Asociación es un ejemplo claro de búsqueda de colaboración entre la educación y la neurociencia. Merece la pena mantenerse al corriente de sus actividades, iniciativas y recomendaciones.

Entre los miembros de su equipo directivo y de su Consejo Asesor figuran personas de reconocido prestigio en el campo de la neurociencia, lo cual representa una garantía a la hora de valorar la solvencia científica de esta asociación.

Puesto que IMBES presta apoyo al desarrollo de «escuelas de investigación» y de redes de estas escuelas, se considera que es una organización con la que merece la pena establecer contacto, en caso de que se desee poner en marcha una iniciativa de esta naturaleza. De forma similar, esta Asociación puede facilitar información acerca de las fuentes dónde encontrar soporte para la puesta en marcha de programas dirigidos a formar a personal docente en el campo de *MInd, Brain and Education*. De forma similar, su colaboración para informar las políticas de educación se estima que sería de gran utilidad.



ANEXO ENTIDADES

University of Bristol

<http://www.bristol.ac.uk/news/2007/5668.html>

Teaching and Learning

Esta Universidad tiene como objetivo proporcionar una excelente experiencia de aprendizaje a los alumnos, en un entorno enriquecido por la investigación, de modo que puedan desarrollarse intelectualmente y como personas.

La Universidad está orgullosa, con razón, de la formación que proporciona, y tiene un excelente historial de supervisiones realizadas por la *Quality Assurance Agency* y otras organizaciones. Está comprometida con la continuación de esta trayectoria de éxito y con el mantenimiento de su posición entre las universidades de todo el mundo.

Cuenta con las siguientes líneas de apoyo:

- Education Support Unit – Proporciona distintos tipos de apoyo a departamentos y miembros del staff dedicados a la docencia, al apoyo del aprendizaje de los alumnos y a la evaluación.
- Education Strategy – Establecida por la Universidad en 2004 y revisada en 2008 como resultado de un proceso de permanente actualización de los objetivos, la Education Strategy fue diseñada para crear el entorno físico y cultural, que le permitiese seguir ofreciendo a los alumnos una experiencia de aprendizaje de gran calidad.
- Teaching and Learning Programme in Higher Education – El *Programa de Enseñanza y Aprendizaje* tiene como objetivo ayudar a los docentes a adquirir una base firme y una confianza en su actividad formadora. Se ofrece al personal académico a dedicación completa o a tiempo parcial, a los investigadores, a los posgraduados asistentes en labores de docencia y a otro personal experimentado.
- Education policy and guidance – Conjunto de documentos, políticas y asesoramiento que se ha incorporado a las áreas de aprendizaje, enseñanza y evaluación de la Universidad.



¿Qué tiene que ver el cerebro con la educación?

Nota de prensa publicada el 29 de octubre de 2007

Mucho, de acuerdo con los profesores participantes en una encuesta encargada por *The Innovation Unit* y llevada a cabo por investigadores de la *University of Bristol*. Aunque los actuales programas de capacitación de docentes omiten generalmente la *ciencia de cómo aprendemos*, un abrumador número de los profesores encuestados percibían que la neurociencia puede aportar una contribución muy importante a ciertas áreas de la educación. La investigación se llevó a cabo para servir como referencia para una serie de seminarios entre educadores y neurocientíficos organizados por el *Teaching and Learning Research Programme* (TLRP) y el *Economic and Social Research Council* (ESRC).

La Dra. Sue Pickering y el Dr. Paul Howard-Jones, de la *Bristol University's Graduate School of Education*, preguntaron a los profesores y a otros profesionales de la docencia si creían que era importante tener en consideración el funcionamiento del cerebro en la práctica de la docencia. Alrededor de un 87% de los consultados consideraron que sí lo era. Los profesores entendían que tanto la educación normal como la especial se podían beneficiar de las ideas inspiradoras que emergen de la aplicación de las modernas técnicas de escaneado, tales como la fMRI (Imágenes funcionales mediante resonancia magnética).

Los investigadores averiguaron de dónde habían obtenido los profesores su conocimiento acerca de la neurociencia y qué impacto estaba teniendo en las aulas. Algunos profesores ya estaban utilizando los llamados métodos de enseñanza «basados en el cerebro», incluyendo iniciativas como Gimnasia Cerebral y otros métodos basados en los distintos estilos de aprendizaje (p.e., VAK = visual, auditivo y kinestésico). Aunque la base científica de algunos de estos métodos es muy discutible, varios profesores manifestaron que los habían encontrado útiles, particularmente cuando los niños eran menos receptivos a los métodos de enseñanza más tradicionales. Algunos contestaron que estos enfoques «mejoraban el éxito de la docencia y el aprendizaje»

y que conducían a «niños más contentos e implicados en las actividades.»

No obstante, los profesores están preocupados por descubrir más cosas de la ciencia del cerebro. En entrevistas de seguimiento, una profesora manifestó su frustración cuando los científicos descubrieron serios errores en el método de *enseñanza basada en el cerebro* que estaba siguiendo.

El **Dr. Paul Howard-Jones**, que dirige varias iniciativas de investigación en esta área y que es coautor de este estudio, manifestó: *«Mucho de lo que los docentes perciben como enseñanza basada en el cerebro, como la kinestesiología educativa, se promueve en unos términos pseudocientíficos muy dudosos, y no sabemos aún cómo funciona, si es que lo hace.»*

«Otros programas, como los que incluyen los estilos de aprendizaje, cuentan con una poderosa base científica, pero cuando se etiqueta a los niños como «visuales» o «auditivos» desde el punto de vista del aprendizaje, y se les enseña exclusivamente con un enfoque visual o auditivo, la ciencia se sobre- interpreta y se aplica de forma equivocada. La buena noticia, no obstante, es que los esfuerzos para unir la separación entre neurociencia y educación están poniendo de manifiesto la falsedad de muchas de estas ideas, y abriendo nuevas oportunidades a iniciativas válidas y atractivas, que tienen una sólida base científica y educativa.»

Aunque existe una preocupación por la contestación de la ciencia usada para promover los actuales programas de aprendizaje basado en el cerebro, los profesores son fuertemente partidarios de la futura colaboración entre la educación y la neurociencia y se manifiestan deseosos de mantenerse en contacto con los más recientes desarrollos en este campo interdisciplinario. Los hallazgos que se desprenden de la investigación sugieren que la comunicación con los profesionales de la docencia puede ser un factor clave que influya en el éxito de los intentos de enriquecer el aula con la comprensión científica de las cuestiones relativas al cerebro y a la mente.

aplicación de los conocimientos de la psicología a la educación, poniendo énfasis en la investigación del aprendizaje en diferentes contextos. Hay muchos factores que influyen en el aprendizaje; la investigación de este Centro se orienta a la indagación de cómo los factores internos, tales como los procesos neurológicos y psicológicos, interactúan con factores externos, como el colegio, el hogar y la cultura del alumno. En este Centro se aloja la *Neuroeducational Research Network (NEnet)*.

La *NeuroEducational Research Network* consiste en un grupo de científicos, investigadores del campo de la educación y educadores, interesados en cuestiones que tienen que ver con la relación entre la neurociencia y la educación. La red se ubica en la *Graduate School of Education* de la universidad de Bristol y está coordinada por Paul Howard-Jones.

Comentario

De la investigación realizada por la Dra. Sue Pickering y el Dr. Paul Howard-Jones, se desprende que la posición de los profesores de la Universidad de Bristol es muy propicia a la aplicación de la neurociencia a la educación, y que resultaría recomendable mantenerse al corriente de los posteriores pasos que se hayan podido dar para atender a las inquietudes del profesorado, después de que éstos hiciesen patente su interés.

Un aspecto llamativo es que algunos profesores, queriendo aprovechar los beneficios de la enseñanza basada en el cerebro, hayan incurrido en prácticas erróneas como resultado de su desconocimiento de los hallazgos de la neurociencia.

Algunas de las actividades de esta universidad giran alrededor o tienen relación con la neurociencia, como el *Centre for Psychology and Learning in Context (CPLiC)* o la *Neuroeducational Research Network (NEnet)*.

Duke Institute for Brain Sciences

<http://www.dibs.duke.edu/research/center-for-cognitive-neuroscience>



DUKE INSTITUTE for BRAIN SCIENCES

Cerebro y sociedad

La investigación en DIBS trasciende las fronteras entre la neurociencia, las ciencias sociales y las humanidades, proporcionando nuevos puntos de vista de las bases neurales de los comportamientos que son de particular importancia para las interacciones entre las personas. Investigadores de la *School of Medicine, Arts and Sciences*, y la *Fuqua School of Business*, combinan su experiencia en genética, comportamiento, cognición, economía y neurociencia para arrojar luz sobre las bases de los procesos de toma de decisiones, comunicación, cognición social, comportamiento social y procesos afectivos en modelos humanos y animales.



Investigación de especial interés

El *Duke Institute for Brain Sciences* descubre nuevos conocimientos acerca del funcionamiento del cerebro, por medio de enfoques innovadores relativos al funcionamiento del sistema nervioso, que se sitúan en las fronteras de las disciplinas tradicionales. Con este fin, DIBS ha abordado unos temas de investigación, cada uno de los cuales está dirigido a diferentes áreas interdisciplinarias, elegidas siguiendo el criterio de que sean suficientemente amplias para involucrar el espectro completo de ciencias del cerebro de la Universidad de Duke, y suficientemente flexibles para aprovechar las nuevas oportunidades a medida que surgen. Estos temas de investigación reciben apoyo mediante diversas iniciativas programáticas de DIBS, entre las que se encuentran los talleres «Transcending the Boundaries», reclutamiento de profesores y financiación de investigaciones piloto. El punto de vista de DIBS es que los temas de investigación exitosos se basan en una financiación sustancial para actividades de investigación y realización de prácticas, procedentes de patrocinadores federales, corporativos y privados.

Neurotecnología

La creación y el desarrollo de nuevas técnicas para la visualización y la regulación de la actividad neural permitirán una mejor comprensión del funcionamiento normal del sistema nervioso y unos tratamientos mucho más efectivos de los desórdenes neurológicos y neuropsiquiátricos. DIBS se dedica activamente a crear grupos de investigadores con un amplio rango de experiencias en las ciencias biológicas, ingeniería biomédica, química y física, con objeto de desarrollar la próxima generación de herramientas que hará posible monitorizar y regular la actividad de poblaciones de neuronas identificadas funcionalmente, con una resolución temporal y espacial sin precedentes.



Circuitos y comportamiento

Se han logrado considerables progresos en la comprensión de los mecanismos celulares y moleculares que regulan el funcionamiento de neuronas individuales. Sin embargo, para conseguir progresos adicionales en el conocimiento de las bases neurales de las funciones del cerebro, tales como la percepción, la acción y la cognición se requiere descifrar las complejas interacciones sinápticas entre poblaciones de neuronas, que constituyen los circuitos neurales. Mediante la combinación de los más recientes desarrollos tecnológicos con nuevos enfoques experimentales y computacionales, los investigadores de DIBS están descubriendo cómo los circuitos neurales contribuyen al funcionamiento del cerebro, cómo surgen dichos circuitos durante el desarrollo y cómo se configuran como resultado de la experiencia en los adultos.

Desórdenes neurológicos y neuropsiquiátricos

Los desórdenes del sistema nervioso tienen un efecto devastador en las vidas de aquellos a quienes afectan y representan una importante carga para la sociedad. Los avances en la prevención y el tratamiento de los desórdenes cerebrales requieren el esfuerzo coordinado de la ciencia básica y los investigadores clínicos con un amplio rango de campos de experiencia,

que van desde los aspectos celulares y moleculares hasta el análisis del funcionamiento de los procesos cognitivos y del comportamiento. Los Investigadores de DIBS trabajan codo a codo en equipos multidisciplinares centrados en la exploración de las bases neurales de un desorden cerebral particular y en el desarrollo de estrategias de tratamiento más efectivas.

Comentario

La Duke University tiene diversas actividades relacionadas más o menos directamente con la neurociencia, junto con otras disciplinas, pues el enfoque pluridisciplinar es uno de los rasgos característicos de la neurociencia en esta institución. A los efectos del presente estudio, la entidad más significativa es el Duke Institute for Brain Sciences, del cual forman parte el Centre for Cognitive Neuroscience y el Centre for Neuroeconomic Studies.

En este instituto pluridisciplinar, científicos de distintas áreas integran sus conocimientos, que cubren las áreas de genética, comportamiento, cognición, economía y neurociencia, para realizar investigaciones relativas a de los procesos de toma de decisiones, comunicación, cognición social, comportamiento social y procesos afectivos en modelos humanos y animales.

En el área de Neurotecnología se trabaja en las bases de conocimientos que posibilitarán el desarrollo de herramientas que permitirán monitorizar la actividad de poblaciones de neuronas con una resolución temporal y espacial sin precedentes.

En lo que respecta a Circuitos y Comportamiento, se progresa en el descubrimiento del modo en que los circuitos neurales contribuyen al funcionamiento del cerebro, cómo surgen dichos circuitos durante el desarrollo y cómo se configuran como resultado de la experiencia en los adultos.

Los resultados de muchas de sus investigaciones podrán ser de aplicación en el diseño de las estrategias educativas, aunque su finalidad original sea otra distinta.



Center for Cognitive Neuroscience (CCN)

<http://www.mind.duke.edu/main/about.html>

Misión

Desde 1999, el Center for Cognitive Neuroscience (CCN) ha constituido el foco central de Duke University en lo referente a investigación, educación y prácticas en el campo de: mecanismos psicológicos, computacionales y biológicos de las funciones mentales superiores; variabilidad de estos mecanismos entre individuos (a lo largo de la vida y entre las distintas especies); aplicación de estos mecanismos a problemas del mundo real y a la solución de enfermedades y desórdenes mentales.



Investigación

La neurociencia cognitiva es, por su propia naturaleza, interdisciplinaria y aborda viejas cuestiones relativas al cerebro y la mente desde nuevas perspectivas, que superan tradicionales fronteras intelectuales y departamentales. La investigación del CCN se centra en la percepción, la atención, la memoria, el lenguaje, las emociones, la toma de decisiones, la interacción social, la moralidad, el control motor, la función ejecutiva, y la evolución y el desarrollo de los procesos mentales. Para el desarrollo de estas actividades, el CCN agrupa diversas facultades, entre las que se encuentran *Arts & Sciences, Medical School, Pratt School of Engineering, y Fuqua Business School*, incluyendo los departamentos de *Psychology & Neuroscience, Neurobiology, Psychiatry, Biomedical Engineering, Philosophy, Evolutionary Anthropology, Computer Science, Linguistics, Neurology, Radiology, Finance, and Marketing*¹⁴.



14 Para los nombres de los departamentos se ha mantenido la denominación original.

Recursos

El corazón de las actividades del CCN se desarrolla alrededor de salas de formación de «clase mundial», instalaciones de laboratorio, oficinas y lugares de reunión en el Levine Science Research Center, una céntrica unidad del West Campus de Duke, a una cómoda distancia a pie de otros edificios destinados a Ingeniería, Administración de Empresas, Derecho y Medicina.



Además, la facultad del CCN CCN mantiene y utiliza instalaciones de investigación del Duke Brain Imaging and Analysis Center (BIAC), el Bryan Building for Neurobiology, el Genome Science Research II Building, el Vivarium de la Universidad, el Duke Lemur Center , el Biological Sciences Building , el Social Psychology Building, Erwin Mills, Duke Hospital, Fuqua School of Business, e instalaciones de los campus en North Carolina , Puerto Rico, y África Occidental.

Actividades

El CCN proporciona todas las semanas oportunidades de diálogo mediante seminarios, conferencias, y presentaciones durante los almuerzos. Igualmente patrocina una serie de prestigiosas conferencias (Mind, Brain, and Behavior) mediante las que prestigiosos científicos presentan sus trabajos de investigación. Adicionalmente, el CCN tiene una amplia relación con otros grupos interesados en la neurociencia, la cognición y el comportamiento a través del Duke Institute for Brain Sciences (DIBS), y los departamentos de Neurobiology, Psychology and Neuroscience, Biomedical Engineering, Marketing , Finance, and Evolutionary Anthropology¹⁵. La celebración de una reunión proporciona la oportunidad de mantener reuniones informales y para promover la consolidación de equipos.

15 Para los nombres de los departamentos se ha mantenido la denominación original.

Center for Neuroeconomic Studies

<http://www.dibs.duke.edu/research/neuroeconomic-studies>

Aspectos generales

El DIBS Center for Neuroeconomic Studies (CNS) concentra actividades multidisciplinarias de investigación y educativas: neurociencias, economía del comportamiento, ciencias de la decisión y psicología cognitiva y social. Su profesorado y sus estudiantes afiliados llevan a cabo una investigación multidisciplinar que aplica la teoría económica al estudio del cerebro y que incorpora los hallazgos de la neurociencia a los modelos económicos. Este centro de investigación se ubica



en el Duke Institute for Brain Sciences (DIBS) y sus afiliados contribuyen a los coloquios de DIBS (DIBS Colloquia), workshops y programas de capacitación.

Desde su fundación en 2005, has evolucionado hasta convertirse en uno de los sitios punteros de la investigación neuroeconómica. Los estudios y trabajos de recogida de información de su profesorado y sus estudiantes se han publicado en revistas del máximo nivel (incluyendo *Science*, *Nature Neuroscience*, *Neuron*, y *PLOS: Biology*), y su investigación interdisciplinar ha sido soportada económicamente por NIMH, NIA, NIDA y otras agencias de financiación. Su *Major Spikers Series* consiste en llevar cada año 4-5 conferenciantes de primera línea al campus, para dar conferencias y tomar contacto con los profesores y estudiantes del centro. Mediante otras actividades, como el club para la edición de una revista bi-semanal, talleres de verano, y una reunión anual generan oportunidades para la interacción de los estudiantes con el profesorado (y de unos con otros), dentro de un marco de encuentros intelectuales informales. Adicionalmente, los estudiantes de primer año del programa *Exploring the Mind* FOCUS pueden asistir a un curso de Neuroeconomía: *Decision Making and the Mind* (Neurobiolgy 95S), que sirve como una de las vías de entrada a la formación en Neurociencia.

Es de destacar que la neuroeconomía es un tema que ha suscitado un notable interés entre los estudiosos de la economía, y que recientemente ha sido objeto de atención por el público, como lo pone de manifiesto el éxito que han tenido varias publicaciones de divulgación sobre esta materia, que han alcanzado la categoría de best sellers

El Director del *Center for Neuroeconomic Studies* es el Profesor Asociado Scott Huettel, Ph.D.

Comentario

La cooperación y el intercambio de conocimientos entre la neurociencia y la economía es un exponente de que las ciencias del cerebro tienen mucho que ver con actividades humanas específicas (más aún, es evidente que la neurociencia está

relacionada, por definición, con cualquier manifestación inteligente de la actividad humana). El caso de la Universidad de Duke no es el único sitio universitario en el que se presta atención a la investigación sobre neuroeconomía. La clave de la extensión de los conocimientos de la neurociencia a otros ámbitos radica en que establezcan proyectos de cooperación entre expertos de uno y otro campo; incluso, es conveniente que la cooperación no se limite a proyectos concretos, sino que se creen estructuras estables, como pueden los institutos interdisciplinarios, en los que cooperen de forma permanente expertos de las distintas disciplinas, los cuales definan conjuntamente las líneas de investigación.

Harvard Graduate School of Education

<http://www.gse.harvard.edu/about/index.html>



Misión

Preparar líderes en el campo e la educación y generar conocimiento para mejorar las oportunidades, los logros y el éxito de los estudiantes. La educación afecta a todos los aspectos de la actividad humana. En el Harvard Graduate School of Education (HGSE) se considera que la educación es una cuestión fundamental para la salud y el futuro de la sociedad.

Desde su fundación en 1929, la Ed School se ha dedicado a la preparación de líderes para transformar la educación en Estados Unidos y en todo el mundo. Actualmente, su profesorado, estudiantes y alumni se dedican al estudio y la resolución de los desafíos más críticos a los que se enfrenta la educación: la evaluación de los alumnos, el desfase en los resultados, educación urbana, y carencias de profesores, por citar unos pocos. Su trabajo es la definición del modo en que las personas enseñan, aprenden y dirigen en escuelas y colegios, así como en programas post-escolares, compañías de alta tecnología y organizaciones internacionales. La comunidad de la HGSE considera que está empujando las fronteras de la educación y que los efectos de su actividad emprendedora están mejorando el mundo.

Programas académicos

Actualmente, más de 100 miembros del equipo de profesores se dirigen cada año a más de 900 estudiantes de máster y doctorado. La HGSE ofrece 13 programas de máster y 2 de doctorado, orientados al desarrollo de carreras de enseñanza e investigación, dirección de escuelas, asesoramiento, lenguaje y alfabetización, políticas educativas y otros muchos campos. Adicionalmente, cada año más de 3.000 líderes del campo de la educación procedentes de todo el mundo participan en sus programas de educación de profesionales.

Profesorado

El profesorado de la HGSE está involucrado en las cuestiones más críticas del campo de la educación, desde el examen de cómo los cambios en la economía están llevando a una buena educación básica hasta la exploración de cuestiones fundamentales relativas al aprendizaje y el desarrollo en la niñez temprana. Su trabajo como maestros, mentores e investigadores tiene un profundo impacto en el mundo de la educación.

Estudiantes

Los estudiantes de la HGSE aportan una rica y variada experiencia a la Escuela. Muchos de los estudiantes que se inscriben en uno de los 13 programas de máster lo hacen después de haber trabajado como maestros, administradores de escuelas y distritos, diseñadores de políticas públicas, asesores, investigadores, directores de programa y administradores de colegios y universidades. Aportan conocimientos de ámbitos tan diversos como instituciones docentes públicas y privadas, organizaciones sin fines lucrativos, organizaciones internacionales y corporaciones empresariales. Los estudiantes de doctorado aportan una experiencia de liderazgo e investigación. Los estudiantes de doctorado que se incorporaron en otoño de 2008 tenían una experiencia de seis años, mientras que en los estudiantes de programas máster era de cuatro y medio.

Alumni

Desde sus comienzos, en la Harvard Graduate School of Education se han graduado alrededor de 27.000 estudiantes. Actualmente, los alumni de la Ed School desempeñan papeles importantes tanto nacional como internacionalmente. Continuamente, los graduados de la HGSE realizan una importante aportación al mundo de la educación como investigadores, diseñadores de políticas públicas y profesionales.

La Biblioteca Gutman

La Monroe C. Gutman Library es una de las más de 90 bibliotecas de la Harvard Library. El objetivo principal de los fondos son las políticas y la administración educativa, la educación elemental y secundaria, profesorado y formación, innovación educativa, psicología educacional, desarrollo humano, adquisición del lenguaje e historia de la educación. La biblioteca contiene actualmente más de 200.000 volúmenes y está suscrita a más de 1.300 publicaciones periódicas.

Harvard University

Los estudiantes de la Harvard Graduate School of Education se benefician de estar en una de las principales instituciones académicas del mundo, la Harvard University. El entorno de esta universidad proporciona a los estudiantes de la Ed School la oportunidad de inscribirse en clases de otras escuelas, estudiar junto a escolares que pueden considerarse como «world-class», explorar el sistema bibliotecario más grande del mundo y de contactar con y aprender de una población universitaria de una diversidad extraordinaria.

Profesorado & Investigación

El profesorado de la Ed School desarrolla una investigación rompedora en áreas vitales de la docencia y de las políticas públicas. Esta investigación no se realiza en vacío: sus propuestas de nuevas estrategias y métodos se prueban y refinan en distritos escolares a lo largo de toda la nación. El profesorado de la Ed School trabaja también en colaboración con colegas de otras

áreas de la Universidad con objeto de buscar soluciones multidisciplinarias a los problemas educacionales de hoy en día

Centros de Investigación y Proyectos

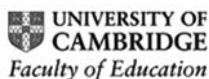
- The Achievement Gap Initiative
- Center on the Developing Child
- Change Leadership Group
- Harvard Family Research Project
- Project Zero
- Center for Education Policy Research (formerly the Project for Policy Innovation in Education)
- Public Education Leadership Project (PELP)

Comentarios

De especial interés para el objeto del presente estudio es el programa *Mind, Brain and Education*, de carácter transdisciplinar, que abarca campos como los de neurociencia, genética, sicología cognitiva y educación. A este programa se accede mediante un curso denominado *Cognitive Development, Education and the Brain*.

El Director de este programa es Kurt Fisher, que también es Profesor del mismo. Kurt Fisher destaca la importancia de conjugar la investigación y la práctica, como vía para alcanzar los mejores resultados tanto para la investigación como para la docencia. Se trata de una persona que goza de un amplio reconocimiento en esta materia.

El programa *Mind, Brain and Education* constituye una referencia sumamente interesante para otras instituciones que se planteen lanzar iniciativas pluridisciplinarias de esta naturaleza.



Centre for Neuroscience in Education

University of Cambridge <http://www.educ.cam.ac.uk/centres/neuroscience/>

Centre for Neuroscience in Education

En los últimos años, han tenido lugar avances sustanciales en el

conocimiento del cerebro. El *Centre for Neuroscience in Education*, de la Universidad de Cambridge, tiene como objetivo aplicar estos avances a la educación. Los investigadores del Centro usa varias técnicas no invasivas, incluyendo *Event Related Potentials* (ERP) para medir cambios en la actividad en el cerebro de los niños. ERPs son las pequeñas variaciones de tipo eléctrico, medibles desde la zona de la cabellera, cuando alguien piensa o procesa información. Para ello, se colocan unos electrodos muy sensibles sobre la piel, con los que se miden dichos cambios eléctricos. Esta técnica es indolora, los electrodos son de fácil colocación, ya que están sujetos a una redcilla y los niños disfrutan durante el proceso de medición, pues durante él miran viñetas cómicas. Dirigido por la Profesora Usha Gosvami y el Dr. Szücs (ambos psicólogos), el principal objetivo que se propone en Centro es establecer los parámetros básicos del desarrollo cerebral, en lo que respecta a las habilidades cognitivas críticas para la lectura y las matemáticas. Pretende entender cómo funciona y cambia el cerebro durante la práctica de la lectura y las matemáticas, explorando el desarrollo de las habilidades correspondientes, como lenguaje, memoria, conocimiento numérico y atención. Los científicos del Centro estudian también las variaciones de las trayectorias típicas del desarrollo que caracterizan los desórdenes del aprendizaje, como la dislexia y la discalculia.

Los siguientes fragmentos de un artículo publicado en la revista *Research Horizons*, de la Universidad de Cambridge, pueden servir para dar una idea de la la actividad del centro:

La neurociencia educativa de la dislexia y la discalculia.

«La dislexia, que se manifiesta como una dificultad para la lectura y la pronunciación, afecta aproximadamente al 7% de la población escolar infantil, sobre todo a los niños, y representa un serio obstáculo para el éxito de la educación, la salud mental futura y los ingresos a lo largo de la vida. Su contrapartida matemática, la discalculia, afecta a alrededor de un 6% de la población escolar infantil y afecta igualmente a niños y niñas. De acuerdo con las cifras procedentes de la UK Government Office for Science, la discalculia tiene un mayor impacto en el éxito educativo que la dislexia.»



«El Centre for Neuroscience in Education fue el primer laboratorio de neurociencias del mundo establecido en una Facultad de Educación. Lanzado formalmente en 2005, con una conferencia inaugural que atrajo a 220 profesores y educadores de más de 15 países, el centro tiene ahora 24 estudiantes e investigadores. El personal recibe preparación en varias disciplinas, que abarcan la psicología, la educación, la medicina, la lingüística y la física.»

«Los niños con dislexia encuentran difícil distinguir si las palabras rimas y contar el número de sílabas de una palabra como «oasis». Una razón para ello es que ciertos aspectos de la señal auditiva del lenguaje son procesados de forma menos eficiente por el cerebro disléxico.»

«Actualmente, el remedio ofrecido a los niños con dislexia es una instrucción más intensiva en fónica. En vez de ello, los resultados de la investigación de Cambridge han puesto de manifiesto que las intervenciones basadas en ritmo o incluso música puede ser beneficiosa, a edades mucho más tempranas. El ritmo es mucho más manifiesto en la música que en el lenguaje y y otros proyectos del Centro han mostrado que la capacidad de cantar de forma sincronizada con la música es indicativo de las habilidades relativas a las sílabas y la rima, y que el entrenamiento en el ritmo mejora la consciencia fonológica. Varias intervenciones educativas basadas en ritmos musicales y orales están en proceso de desarrollo en el Centro.»

«.....la corteza parietal del cerebro parece estar especializada en la comprensión de la magnitud. Los niños con discalculia tienen enormes dificultades en la toma de decisiones acerca de las cantidades, tales como «¿cuánto es cuatro?» Sin embargo, curiosamente, científicos del Centro han puesto de manifiesto que los principales marcadores de dificultades con el manejo de las magnitudes – lentitud para hacer juicios acerca de números más próximos entre sí que alejados - no presentan deficiencias en los niños con discalculia; lo que pasa es que tienen una escasa memoria de trabajo.»

«Si las recomendaciones del proyecto Foresight se im-

plantasen en todo el ámbito nacional, la iluminación que las ciencias del cerebro puede proporcionar a la educación, se reflejaría finalmente en la formación básica de todos los profesores del país»

Comentario

De estas ideas, extraídas del citado artículo publicado por el Centre for Neuroscience in Education, se desprende su confianza en que la neurociencia puede proporcionar las claves para mejorar ciertos aspectos de la educación y superar algunos de los problemas con los que actualmente se tienen dificultades. Bien es cierto que, como pasa frecuentemente, la investigación universitaria en este caso se orienta, como en la mayoría de las ocasiones, hacia personas con problemas específicos, no prestando la misma atención a la formación de colectivos que constituyen la generalidad de la población.

Ahora bien, cabe esperar que si se descubren las claves del aprendizaje, las mismas podrán ser útiles para todo tipo de objetivos de la docencia, incluyendo la mejora de la eficiencia de la educación en el sentido más amplio.

Center for the Neural Basis of Cognition

<http://www.cnbc.cmu.edu/>

El CNBC se dedica a la investigación de los mecanismos neurales que dan lugar a las habilidades cognitivas humanas. La destacada facultad de CNBL cuenta con investigadores que estudian los procesos normales y los desórdenes de la cognición, y tiene un gran interés en el aprendizaje y el desarrollo. Se destaca de un modo especial el uso integrado de una gran variedad de métodos para investigar cuestiones que van desde el procesamiento sensorial y el control motor hasta el lenguaje, la cognición semántica y el razonamiento.

El CNBC es un proyecto conjunto de la Universidad de Pittsburg y Carnegie Mellon, que integra los puntos fuertes de la Universidad de Pittsburgh en la neurociencia básica



y clínica con las fortalezas de Carnegie Mellon en ciencia de computadores, ciencias biológicas, ingeniería eléctrica y de los computadores, psicología y estadística. El Centro patrocina un programa interdisciplinar de formación de graduados en colaboración con varios programas afiliados de doctorado. Este programa atrae destacados estudiantes de todo el mundo y los graduados vienen teniendo un gran éxito en la consecución de puestos académicos de investigación. El CNBC lleva a cabo toda una serie de actividades científicas, que incluye coloquios, una reunión anual, y series de presentaciones internas en las que participan los alumnos y el profesorado.

El cerebro normal: estructura, función y desarrollo

En los enfermos que sufren desórdenes cognitivos que van desde la dislexia hasta la esquizofrenia, las pruebas para el neurodiagnóstico mediante potentes técnicas como la obtención de imágenes mediante resonancia magnética (MRI) y tomografía por emisión de positrones (PET) pueden localizar áreas específicas de disfunción en el cerebro. A partir de ahí, los neurólogos del Centro examinan las correspondientes perturbaciones de la cognición. Mediante la detección de correlaciones entre las zonas del cerebro con disfunciones biológicas y los déficits concretos en el comportamiento, los científicos amplían sus conocimientos acerca del modo en que dichas funciones se organizan en el cerebro. Utilizando simulaciones mediante ordenador de daños cerebrales, pueden evaluar si las hipótesis incorporadas en los modelos proporcionan una comprensión completa de los déficits de comportamiento de los pacientes. A partir de esto, las simulaciones mediante computador se pueden utilizar para establecer el mejor modo de readaptar el tejido para maximizar la recuperación de la función.

El trabajo en genética molecular en ambas universidades se desarrolla en coordinación con el estudio de las bases neurales de la cognición, en la esperanza de que algún día será posible comprender exactamente cómo los factores genéticos contribuyen a ciertos desórdenes que van desde la dislexia y retrasos en el desarrollo del lenguaje hasta los desórdenes

relacionados con el Alzheimer y la esquizofrenia. En último término, esta investigación puede conducir a medicamentos que superen deficiencias genéticas.

Quienes deseen más información acerca de proyectos realizados de forma individual por los profesores o acerca de investigaciones realizadas por varios conjuntamente en el BCNB, pueden visitar el correspondiente sitio web de esta organización, cuya dirección se indica al comienzo de esta anexo

Los científicos de este centro están particularmente bien equipados para explorar los efectos de daños cerebrales resultantes de accidentes traumáticos o de enfermedades tanto en las estructuras físicas como en las funciones cognitivas. El University of Pittsburgh Medical Center atiende a una amplia población de pacientes con desórdenes funcionales y neurológicos, incluyendo la epilepsia, la apoplejía, la enfermedad de Parkinson, la esquizofrenia, enfermedades afectivas y enfermedad de Alzheimer, y emplea las técnicas más avanzadas de imágenes funcionales para localizar los lugares de daño neurológico. La maestría de Carnegie Mellon en psicología cognitiva añade otra capa de análisis científico a las perturbaciones psicológicas que experimentan estos pacientes. Los investigadores del CNBC combinan frecuentemente este análisis del comportamiento humano con detallados modelos computacionales. Mediante el uso de estos modelos experimentales, pueden estudiar los modos de funcionamiento de los cerebros normales y descubrir los efectos de daños estructurales simulados en el funcionamiento del cerebro y en el comportamiento humano.

Cada parte del cerebro humano normal juega su propio papel particular en nuestras funciones cognitivas. El cortex cerebral, la parte del cerebro humano que diferencia más marcadamente a los humanos de otros primates, así como a éstos de otros animales, contiene muchas subregiones. Las funciones cognitivas complejas surgen de la acción coordinada de muchas partes del cerebro, en gran medida de la misma forma que una pieza de música es el resultado de la acción coordinada y conjunta de muchos músicos. En un análisis de grano grueso, la asignación de funciones funcionales a partes particulares del cerebro parece

ser bastante consistente entre distintos individuos, e incluso hay aspectos comunes con otras especies, presentando claras similitudes entre la estructura y la función. A pesar de todo, la estructura y la función son sensibles a la experiencia. Observando el cerebro en funcionamiento, tanto en sujetos experimentales como en simulaciones sobre modelos, los investigadores han descubierto que los roles funcionales específicos de las neuronas y sus conexiones con otras neuronas depende de forma crítica de la experiencia. La experiencia desencadena interacciones entre neuronas, dando lugar a la actividad cognitiva normal y las características de la organización del cerebro.

Los científicos del CNBC están progresando en el conocimiento del modo en que la experiencia influye en la emergencia de la función y la estructura, mediante investigaciones computacionales y experimentales. Existe también interés en la comprensión de los mecanismos genéticos que regulan el desarrollo del cerebro, y el modo en que interactúan con los efectos de la experiencia para dar lugar a las características estructurales y funcionales del cerebro. Estas líneas de investigación pueden definir por qué la experiencia es tan importante para el desarrollo normal del cerebro, y por qué ciertos mecanismos biológicos específicos configuran y soportan la emergencia de las estructuras y funciones del cerebro, dando lugar a ideas para el uso de la experiencia en el tratamiento y curación de varios tipos de desórdenes cognitivos.

Conocimiento de los desórdenes de la cognición: la intrincada relación entre el cerebro y sus funciones de alto nivel se pone particularmente de manifiesto cuando el cerebro se vuelve disfuncional. Para entender las causas y efectos del daño cerebral, los investigadores del CNBC comparan los cerebros sanos con los dañados, esperando poder determinar qué es lo que ha ido mal y cómo la anomalía subyacente produce los efectos a los que da lugar en las funciones cognitivas.

Líneas de investigación del CNBC

- Caracterización de circuitos neurales
- Procesos del desarrollo

- Enfermedades y desórdenes
- Control ejecutivo y memoria de trabajo
- Aprendizaje y memoria
- Procesos moleculares, celulares y sinápticos
- Control de la motricidad
- Desarrollo de métodos
- Razonamiento y resolución de problemas
- Cognición espacial y atención
- Sensación y percepción

Comentarios

Varias de las líneas de investigación del NCBN, aunque no están dirigidas expresamente a la docencia, pueden conducir a hallazgos de interés para este campo. Por ejemplo, modelos computacionales específicos, que si se llegan a desarrollar con un grado de complejidad suficiente, podrían ser aplicables para experimentar ciertas prácticas educativas, antes de comprobar su efectividad en el aula. En cierto modo, la actividad investigadora en este campo puede ser complementaria de la correspondiente al proyecto Blue Brain, de la escuela Politécnica de Lausanne. De forma análoga, sus estudios sobre las funciones cognitivas complejas podrían ser de utilidad para informar la práctica docente. Otro aspecto interesante de la investigación en este centro es la variedad pluridisciplinar de sus equipos de trabajo.

Johns Hopkins School of Education

<http://education.jhu.edu/nei/>

Neuro Education Initiative

La *Neuro-Education Initiative* de la School of Education impulsa la comprensión de cómo los resultados de la investigación en la neurociencia y la cognición tiene la posibilidad de informar la enseñanza y el aprendizaje mediante la investigación, la colaboración y un decidido apoyo. En asociación con la School of Medicine, el Kennedy-Krieger Institute y el Brain Science Institute, esta iniciativa promueve el diálogo entre educadores e



investigadores de las ciencias del cerebro, con el fin de desarrollar proyectos conjuntamente, y amplía el potencial de los actuales descubrimientos para enriquecer la práctica educativa.

«La conexión de la investigación del cerebro con la educación es sumamente valiosa para el desarrollo y el aprendizaje de los alumnos», en palabras de Mariale Hardiman, co-directora de la Iniciativa. Assistan Dean y Presidenta del Department of Interdisciplinary Studies; la Dra. Hardiman es antigua profesora y directora de escuela. Entre sus publicaciones se incluye *Connecting Brain-Research with Effective Teaching: Brain Targeted Teaching Model*.

Susan Magsamen es también co-directora de la Iniciativa. Es una notable autora en temas sobre salud familiar y educación, fundadora de los Family Stories, y presidenta del consejo editorial de la revista Wondertime.

Mind, Brain and Teaching Certificate

Este certificado está concebido para profesores, administradores y estudiantes que buscan explorar el modo en que la investigación en materia de neurociencias y cognición puede informar el campo de la cognición. Los cursos están pensados para promover la integración de las diversas disciplinas que investigan el aprendizaje humano y el desarrollo. El certificado se basa en la investigación básica y aplicada en los campos de las ciencias cognitivas, sicología y ciencias del cerebro, neurología neurociencias y educación. Mediante él se pretende proporcionar a los educadores formación en materia de desarrollo cognitivo y en cómo la investigación emergente en las ciencias del cerebro puede informar las prácticas y las políticas educativas.

Consta de 15 créditos e incluye los siguientes temas:

- Exploraciones en el campo de la Mente, el Cerebro y la Formación
- Fundamentos del Desarrollo Cognitivo
- Neurobiología de las Diferencias en el Aprendizaje
- Procesos Cognitivos de la Alfabetización y el Conocimiento de los Números

- Temas Especiales de las Ciencias del Cerebro: Emoción, Memoria y Atención

Dirección de investigación del NEI

El Director de Investigación del NEI es Charles Limb, M.D., *Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Johns Hopkins University School of Medicine*. Sus trabajos recientes incluyen, entre otros, un estudio con técnicas fMRI de los músicos de jazz mientras realizan improvisaciones espontáneas. Los resultados apuntan a la existencia de ciertas regiones cerebrales que pueden ser importantes para las actividades creativas en general. De acuerdo con Limb, la investigación sobre las correlaciones neurales de la creatividad - una de las características de la cognición humana - podría, en último término, ayudar a los educadores a entender cómo las personas usan la que saben para resolver problemas en contextos específicos.

La experiencia de Limb en relación con la anatomía del cerebro y su funcionamiento puede ser de gran valor para los intentos de la Neuro-Education Initiative de descubrir cómo los procesos neurales y cognitivos pueden implicarse en el aprendizaje de los estudiantes de una forma fundamental e importante.

Comentarios:

La colaboración de la School of Education con la School of Medicine, el Kennedy-Krieger Institute y el Brain Science Institute es buen ejemplo de cómo pueden llevarse a cabo proyectos multidisciplinarios entre instituciones cuyo fin primario es la docencia y otras del campo de la medicina, y en particular de las ciencias del cerebro.

El programa de formación *Mind, Brain and Teaching Certificate*, dirigido a profesores, administradores y estudiantes que buscan explorar el modo en que la investigación en materia de neurociencias y cognición puede informar el campo de la educación, constituye un proyecto especialmente adecuado para facilitar a los docentes la familiarización con los hallazgos de la neurociencia.

Desde primavera de 2010, la Johns Hopkins School of Education ha acogido la iniciativa *New Horizons for Learning*, que permanecía inactiva desde septiembre de 2006, tras 26 años de funcionamiento.



Massachusetts Institute of Technology

<http://bcs.mit.edu/research/cognitivescience.html>

Introducción

En lo que se refiere a la neurociencia y el aprendizaje, el MIT cuenta con dos áreas:

- Cognitive Science
- Cognitive Neuroscience

Con relación a cada una de ellas, dice lo siguiente en su sitio web:

Cognitive Science

Las ciencias de la cognición (**Cognitive Science**) consisten en el estudio científico de la mente humana. Se trata de un campo altamente interdisciplinario, que combina ideas y métodos de la psicología, la ciencia de computadores, la lingüística, la filosofía y la neurociencia. En amplios términos, su objetivo es la descripción de las características del conocimiento humano sus formas y contenido y el modo en que dicho conocimiento se usa, se procesa y se adquiere. Las áreas activas de investigación en el BSC incluyen el lenguaje, la memoria, percepción visual y cognición, cognición social, toma de decisiones y desarrollo cognitivo.

El estudio de las ciencias de la cognición en el BSC expresan la filosofía del departamento, esto es, que la comprensión de la mente y la comprensión del cerebro son, en último término, inseparables, aunque actualmente existen muchos vacíos entre las cuestiones nucleares de la cognición humana y las cuestiones que pueden abordarse de forma productiva por la neurociencia a escala molecular, celular o de sistema. Buscando cubrir dichos vacíos, varios laboratorios del campo de la cognición mantienen un foco primario o secundario en la investigación

de la **neurociencia cognitiva**, y existen muchas posibilidades de interacción y de colaboración entre los laboratorios de la cognición y los laboratorios de la neurociencia, tanto en el BSC como en los centros con él relacionados.

Laboratorios, centros y programas

Brain and Cognitive Sciences

Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory (CSAIL)

Laboratory for Information and Decision Systems (LIDS)

Linguistics

McGovern Institute for Brain Research

MIT Media Lab

Nonlinear Systems Laboratory

Picower Institute for Learning and Memory

Whitehead Institute for Biomedical Research

Como se desprende de la relación anterior, la actividad del MIT en este campo es realmente significativa.

Cognitive Neuroscience

La neurociencia de la cognición (**cognitive neuroscience**) constituyen un campo multidisciplinar que incluye sistemas de neurociencias, computación y ciencias de la cognición. Su fin es impulsar la comprensión de la relación que existe entre el fenómeno cognitivo y el sustrato físico subyacente del cerebro. Mediante el uso combinado de pruebas de comportamiento, obtención de imágenes del cerebro mediante métodos avanzados y modelización teórica, los esfuerzos de investigación en neurociencia cognitiva que tienen lugar en este departamento tratan de explicar cómo las funciones de alto nivel, como el lenguaje y el reconocimiento visual de objetos, se relacionan con estructuras neurales específicas del cerebro

Laboratorios, centros y programas

- Auditory Physics Group
- Brain and Cognitive Sciences
- Gabrieli Lab
- Martinos Imaging Center at the McGovern Institute for

Brain Research

- Materials Processing Center
- McGovern Institute for Brain Research
- Microphotonics Center
- MIT Media Lab
- Moore Lab
- Nonlinear Systems Laboratory
- Picower Institute for Learning and Memory
- Seung Lab
- Sur Laboratory
- Wurtman Lab of Neuroendocrine Regulation

En resumen, en el *Department of Brain and Cognitive Sciences* confluyen las disciplinas de neurociencia, biología y psicología, las cuales se combinan para estudiar aspectos específicos del cerebro y la mente, incluyendo la visión, los sistemas de movimiento, el aprendizaje y la memoria, el desarrollo neural y cognitivo, el lenguaje y el razonamiento.

Comentario:

El Departamento de Brain+Cognitive Sciences, en el MIT, realiza una investigación avanzada de calidad en el campo de la cognición, y aunque cognición no es directamente equivalente a educación, muchos de los descubrimientos en el campo de la cognición pueden ser de gran interés para los profesionales de la docencia, especialmente si se tiene en cuenta que, tal como se ha indicado antes, las áreas de investigación en el BSC incluyen el lenguaje, la memoria, percepción visual y cognición, cognición social, toma de decisiones y desarrollo cognitivo.

Una vez más se pone de manifiesto el interés de una aproximación entre ambos campos, y en este caso, cabe aventurar que merecería la pena intentar aplicar los hallazgos del BCS al trabajo de los docentes.

Dado el alto nivel científico del MIT y la importancia de los medios dedicados a la neurociencia, no cabe duda de que se trata de una referencia de gran interés.

UCL (University College of London)

«NEUROSCIENCE IS ONE OF THE KEY DISCIPLINES OF OUR TIME,
AND UCL IS TODAY THE STRONGEST NEUROSCIENCE
UNIVERSITY IN EUROPE»

<http://www.ucl.ac.uk/neuroscience/Page.php>



Acerca de UCL (University College of London)

UCL es la entidad europea con mayor potencial de investigación en neurociencia. Ocupa el primer lugar de Europa y el segundo del mundo en el campo de la neurociencia y del comportamiento, según *ISI Essential Science Indicators*, con más del doble de publicaciones y referencias que cualquier otra institución europea. Los investigadores de UCL en el campo de la Neurociencia aportan más del 30% de la contribución del país a las publicaciones mejor referenciadas en Neurociencia, más del doble que cualquier otra universidad. En neuroimagen y neurología clínica, UCL genera un 65% y un 44%, respectivamente, de la contribución de U.K. a los artículos más citados del mundo, cinco veces más que la siguiente institución dentro de U.K.

UCL Neuroscience agrupa más de 400 investigadores *senior* que desarrollan este trabajo puntero en el mundo en siete temas que reflejan la fortaleza de la neurociencia en UCL, como puede comprobarse recorriendo su sitio web. UCL ofrece uno de los mejores entornos internacionales para educar y preparar la próxima generación de líderes en investigación y atraer los mejores estudiantes.

Temas de investigación:

Molecular

Del desarrollo

Celular

Sistemas

Cognitiva

Computacional

Clínica

NEUROCIENCIA COGNITIVA

La neurociencia cognitiva trata de descubrir cómo las funciones mentales superiores, tales como percepción, memoria, atención, emoción y toma de decisiones se relacionan con la actividad neural. **UCL Neurosciences** tiene una de las mayores concentraciones del mundo de investigadores en neurociencia cognitiva. Sus investigaciones acerca de cómo los procesos mentales se relacionan con el cerebro humano abarcan tanto la salud como la enfermedad y estudian tanto el caso de los niños como el de los adultos. El progreso de la investigación en neurociencia cognitiva depende de la disponibilidad de instrumentos específicos y recursos que permita a los investigadores obtener una evidencia convergente, a partir de diversas técnicas específicas. En UCL, se usan muchas técnicas, potentes y novedosas, para estudiar los procesos que ocurren en el cerebro humano durante la percepción, el pensamiento y la acción: técnicas para la obtención de neuroimágenes funcionales mediante resonancia magnética (fMRI) o magnetoencefalografía (MEG), que se emplean para estudiar los procesos cognitivos de alto nivel subyacentes; la estimulación magnética transcraneal para comprobar los efectos producidos por disrupción transitoria de la función cerebral; y los métodos neurosicológicos para investigar cómo el daño cerebral puede perjudicar la función cognitiva. Este tipo de investigaciones tienen lugar principalmente en el **Wellcom Trust Centre for Neuroimaging** y en el **UCL Institute of Cognitive Neuroscience**. Este último desarrolla unas interesantes líneas de investigación, como son las relacionadas con la *acción, la atención, la comunicación, las funciones ejecutivas, la memoria, la percepción y la consciencia, la cognición social, y el espacio y los números*. De todo ello podrían derivarse unos conocimientos de los que podrían sacar provecho los investigadores de la docencia.

NEUROCIENCIA COMPUTACIONAL

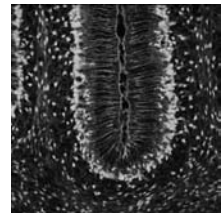
El cerebro usa información recogida del cuerpo y del mundo circundante para construir representaciones internas y controlar el comportamiento. Las señales sensoriales se procesan a medida



que fluyen desde los receptores sensoriales periféricos a través de las redes de neuronas, y la computación se lleva a cabo a nivel sináptico, neuronal y de red. La neurociencia computacional trata de construir teorías y modelos cuantitativos del modo en que se produce esta computación. Los neurocientíficos computacionales utilizan el análisis y los modelos del sistema nervioso a diferentes escalas estructurales con el fin de entender cómo pueden ocurrir dichas computaciones. Esto les permite elaborar nuevas interpretaciones de los datos experimentales, hacer predicciones que pueden ser comprobadas experimentalmente y sugerir nuevas vías para investigar cómo trabaja el cerebro. Un foco interdisciplinar de investigación en neurociencia computacional es la internacionalmente renombrada *Gatsby Computational Neuroscience Unit*. En Gatsby se estudian las teorías neurales computacionales de la acción y la percepción tanto en sistemas neurales como en máquinas, poniendo énfasis en el aprendizaje.

NEUROCIENCIA DE SISTEMAS

¿Sienten dolor los niños? ¿Cómo encontramos nuestro camino a casa? ¿Qué parte de nuestro cerebro nos permite percibir la forma de un objeto, el color de una flor, la dirección desde la que se oye un sonido? Los neurocientíficos de sistemas de UCL tratan de contestar a estas preguntas y otras similares. Estudian las respuestas de las células nerviosas de diferentes partes del cerebro a dibujos, tonos, tacto y olores. Intentan comprender cómo grupos de neuronas cooperan unas con otras para extraer información del entorno y usarlas para llevar a cabo acciones simples, como controlar el fino movimiento de los dedos o comportamientos más complejos, como el sueño y la vigilia. Los neurocientíficos de sistemas de UCL han contribuido de forma importante a nuestro conocimiento de las áreas del cerebro visual que se ocupan de la percepción del color y del movimiento, de cómo las células del hipocampo soportan la memoria espacial y la navegación, de cuál es el papel del cerebelo en aprendizaje motor y que células y neurotransmisores del cordón espinal intervienen en la percepción del dolor. Parte



de este conocimiento se consigue perturbando o inactivando algunas partes del cerebro y viendo cómo resulta modificado el comportamiento. Otros enfoques se basan en la monitorización de interacciones entre células nerviosas y microelectrodos, en el uso de sondas ópticas o químicas, o en la modificación de la comunicación entre dichas células mediante el uso de drogas específicas.

Comentario

El University College of London, la entidad más importante de Europa en materia de neurociencia, tiene siete importantes líneas de investigación, de las que las más estrechamente relacionadas con la aplicación de la neurociencia a la educación serían la neurociencia cognitiva, la neurociencia computacional y la neurociencia de sistemas.

En relación con la *neurociencia cognitiva*, que estudia el modo en que los procesos mentales se relacionan con el cerebro, tanto en niños como en adultos, sus estudios se basan en buena medida en el empleo de técnicas avanzadas para la obtención de imágenes neurofuncionales mediante resonancia magnética (fMRI); estimulación magnética transcraneal; y métodos neurosicológicos. Trabaja en líneas de investigación, como son las relacionadas con la *acción, la atención, la comunicación, las funciones ejecutivas, la memoria, la percepción y la consciencia, la cognición social, y el espacio y los números*.

Otras líneas de especial interés se refieren a la *neurociencia computacional*, para desarrollar y comprobar modelos que explique el modo en que las señales sensoriales son procesadas por las estructuras neurales; o la *neurociencia de sistemas*, que ha permitida explicar el funcionamiento de las áreas del cerebro visual que se ocupan de la percepción y el movimiento, cómo las células del hipocampo soportan la memoria espacial y la navegación o cuál es el papel del cerebelo en el aprendizaje motor.

En resumen, puede decirse que prácticamente en cualquier aspecto de la neurociencia, el UCL es una referencia obligada.

VATICAN CITY Pontifical Academy of Sciences

http://www.vatican.va/roman_curia/pontifical_academies/acdscien/400_ann/cartella_a4_3nov_qxd.pdf

Aspectos generales

Entre las ocho Academias Pontificias, una de ellas es la de las Ciencias. Es de carácter internacional, de composición multi-racial, y no sectaria a la hora de elegir sus miembros. Su actividad comprende seis áreas: Ciencia Fundamental, Ciencia y tecnología de problemas globales; Ciencia para los problemas del Tercer Mundo; Política Científica; Bioética; Epistemología. Tiene sus raíces en la Academia de Lincei, que fue fundada en Roma en 1603 como la primera academia del mundo exclusivamente científica. Aunque logró un reconocimiento internacional, no sobrevivió a la muerte de su fundador, Federico Cesi. En el año 1847 el Papa Pío IX restableció la Academia como la Academia Pontificia del Nuevo Lincei. El Papa Pío XI renovó y reconstituyó la Academia en 1936 y le otorgó el actual nombre. Desde entonces se ha internacionalizado cada vez en mayor medida, y aunque continúa impulsando las distintas ciencias, destaca la creciente importancia de la cooperación interdisciplinar.

Sus actividades cubren desde un tradicional interés en la investigación pura, hasta una preocupación por la responsabilidad ética y ambiental de la comunidad científica.

Los miembros de la Academia Pontificia son ocho mujeres y hombres de varios países que han realizado destacadas contribuciones a sus campos de dedicación científica. Son nominados por el Sumo Pontífice, tras ser elegidos por el cuerpo de académicos.

Prueba de su interés por la aplicación de la neurociencia a la educación es el congreso que organizó con motivo del cuarto centenario de la Academia, con participación con varios de los más destacados científicos en esta materia. Por su interés, se incluye, en las páginas siguientes, su programa.



WORKING GROUP ON: MIND, BRAIN, AND EDUCATION (7-8 NOVEMBER 2003)

Presidente Honorario:

Prof. Rita Levi-Montalcini (PAS, Rome)

Coordinadores:

Prof. Antonio M. Battro (PAS, Buenos Aires)

Prof. Kurt W. Fischer (Harvard)

Prof. Pierre J. Léna (PAS, Paris)

Viernes, 7 de noviembre

8:45 Prof. Antonio M. Battro (PAS, Buenos Aires) Introducción

MENTE, CEREBRO Y EDUCACIÓN: UN NUEVO CAMPO DE INVESTIGACIÓN Y PRÁCTICA

Presidente: Prof. Antonio M. Battro (PAS, Buenos Aires)

Sesión de apertura

9:00 - Prof. Kurt W. Fischer (Harvard)

Cerebro en Desarrollo y Habilidades Humanas

9:40 - Prof. Wolf J. Singer (PAS, Frankfurt)

Neurociencias y Educación

10:20 - Dr. John T. Bruer (McDonnell Foundation, St Louis)

*Antiguos y Nuevos Puentes Entre las neurociencias y las Ciencias
Educativas*

11:00 Coffee Break

11:30 - Prof. Paul Ricoeur (Paris)

Mente Subjetiva, Cerebro Objetivo

12:40 – Debate General

13:00 Lunch

NEUROFISIOLOGÍA Y EDUCACIÓN

Presidente: Prof. Wolf J. Singer (PAS, Frankfurt)

15:00 - Prof. Daniel J. Cardinali (Buenos Aires)

Cronoeducación

15:40 - Dr. Hideaki Koizumi (Hitachi, Saitama)

Desarrollando el Cerebro: una aproximación Hacia las Ciencias del Aprendizaje y la Educación Mediante Imágenes Funcionales

16:20 - Dra. Fiona Doetsch (Harvard)

El Origen de Nuevas Neuronas: Células Madre en el Cerebro de Mamíferos Adultos

17:00 - Coffe Break

17:30 - Prof. Maryanne Wolf (Tufts, Massachusetts)

Investigación Neurocognitiva en la Diagnósis y la Intervención en la Dislexia del Desarrollo

18:10 - Dr. Robert J. White (PAS, Cleveland)

El Cerebro Aislado

18:50 - Debate General

19:15 - Cena

Sábado, 8 de Noviembre

NEUROEDUCATION

Presidente: Prof. Pierre J. Léna (PAS, Paris)

9:00 - Dr. Stanislas Dehaene (Inst. National de la Santé, Orsay)

El Cerebro y las Matemáticas

9:40 - Prof. Paul van Geert (Groningen)

Modelos Dinámicos y la Evaluación del Aprendizaje y el Desarrollo Individual

10:20 - Prof. Jürgen Mittelstrass (PAS, Konstanz)

Mente, Cerebro y Consciencia

11:00 - Coffee Break

11:30 - Prof. Michael Posner (Oregon)

Cambios del Cerebro Durante la Adquisición de Habilidades de Alto Nivel

12:10 - Dr. Fernando Vidal (Max-Planck-Institute, Berlin)

La Historia Moderna de la Mente/Cerebro

12:50 – Debate General

13:00 - Lunch

CEREBRO Y LENGUAJE

Presidente: Prof. Kurt W. Fischer (Harvard)

15:00 - Profra. Laura-Ann Petitto (Darmouth College, Hanover)

Lenguaje, Bimodalismo y Educación Especial

15:40 - Prof. Eraldo Paulesu (Milano-Bicocca)

Lenguaje, Bilingüismo y Educación Bilingüe

16:20 - Profra. Usha Goswami (Cambridge, UK)

La Lectura y el Cerebro. Estudios Educativos y Neurocognitivos

17:00 - Coffee Break

17:30 - Prof. Yu Wei (Nanjing-SouthEast)

Cultivando la Competencia Emocional de nuestros Niños

18:10 - Antonio M. Battro, Stanislas Dehaene, Kurt W. Fischer and Yu Wei

Propuesta de una Sociedad Internacional sobre Mente, Cerebro y Educación

18:30 - Antonio M. Battro, Kurt W. Fischer, Juliana Paré (Los Alamos)

Propuesta de una Nueva Revista Internacional

18:50 – Debate General

Comentarios

La Academia Pontificia de las Ciencias no cuenta con un área o departamento dedicado expresamente a la neurociencia, y menos con una actividad específica de desarrollo de prácticas para la mejora de la eficiencia en la educación, informadas por la neurociencia.

No obstante, sí demuestra un interés por la relación entre la mente, el cerebro y la educación, como lo demuestra el hecho de haber incluido un grupo de trabajo expresamente dedicado a este tema con motivo de la celebración de su cuarto centenario. Como se ve por la lista de ponentes, la organización de este evento estuvo muy vinculada al programa Mind, Brain and Education de Harvard Education School y a la asociación IMBES.

Esto puede considerarse como un exponente del interés que esta cuestión está suscitando en diversos ámbitos.

ROSS INSTITUTE

<http://www.rossinstitute.org/default.asp?nav=research&content=agenda>



Ross Institute

Fundado en 1996, el *Ross Institute for Advanced Study and Innovation in Education* (Instituto Ross para Estudios Avanzados e Innovación en la Educación) se creó para promover la comprensión de las implicaciones de la globalización en la educación preescolar. Congrega alumnos preeminentes, educadores y diseñadores de políticas públicas, con el fin de incubar nuevas ideas y actuar como catalizador del cambio en la educación. El *Ross Institute* está estrechamente ligado con la *Ross Lab School* y es una organización de investigación sin fines lucrativos, dedicada a explorar y aplicar la innovación en el campo de la educación preescolar, y la creación de vínculos entre los educadores de enseñanza preescolar y terciaria.

Desde su puesta en funcionamiento, el Ross Institute ha estado interesado en la promoción de la investigación básica, evaluación y diseminación de su «*Interdisciplinary Curriculum for Cultural Understanding*» (Curriculum Interdisciplinar para el Entendimiento Cultural); así como del uso de los medios, la comunicación y la tecnología en la educación; la trascendencia del buen estado de salud y la nutrición para optimizar la educación; los avances y nuevas actividades de investigación relacionados con las *conexiones entre el cerebro y la educación*, así como los aspectos que se requieren de los estudiantes para su preparación para un mundo crecientemente globalizado.

Se dedica activamente a la *promoción de redes* de las que forman parte instituciones e investigadores de todo el mundo, las cuales llevan a cabo innovaciones de tipo educativo en las *áreas de investigación promovidas por el Instituto*. El Instituto contribuye a la captación de fondos para dar soporte económico al *Ross Laboratory School*, así como a la generación de capital-semilla para iniciar proyectos de investigación. Una de sus

funciones clave es facilitar la *difusión de las buenas prácticas y los hallazgos emergentes*.

El *Ross Lab School* y el *Ross Institute* están interesados en *encontrar universidades que quieran asociarse para trabajar en colaboración* para transformar la educación en un empeño verdaderamente global en el que se integren ciudades de todo el mundo, interesadas en abordar cuestiones y retos de interés común.

Ross School

Ross School se dedica a la preparación de los niños para que desarrollen una vida plena de sentido en la comunidad global, en estos momentos de grandes cambios, que se producen a una gran velocidad. Se dedica a proporcionar la mejor educación posible a los alumnos, al tiempo que *intercambian información acerca del desarrollo de un curriculum integrado, estrategias de enseñanza y organización escolar con otras escuelas de todo el mundo*. Forman parte de una red cada vez mayor de estudiantes, profesores, directivos de escuelas y mentores de todas las edades y procedencias, ubicados en distintas partes del mundo, que trabajan y aprenden juntos.

Ross School se centra en la *educación de la persona en su globalidad*: mente, cuerpo y espíritu, con programas diarios relativo a la salud y el bienestar. Sus *métodos de enseñanza están informados por la teoría de las Inteligencias Múltiples del Dr Howard Gardner* y por los últimos desarrollos en materia de diseño curricular, pedagogía y tecnologías de la comunicación.

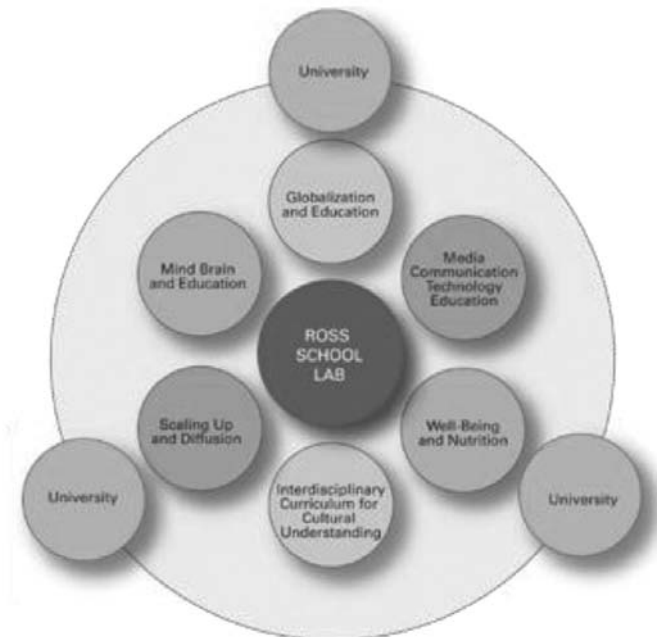
En *Ross School*, los niños, de diversas procedencias culturales, académicas y socioeconómicas, desarrollan las habilidades y los conceptos fundamentales que necesitan a medida que avanzan, aprenden acerca del complejo mundo en el que viven, y exploran nuevos desafíos, al tiempo que respetan la diversidad, las experiencias, las inteligencias y las capacidades individuales.

Agenda de investigaciónEl *Ross Institute* parte de la idea de que la educación del siglo XXI debe preparar a los estudiantes para la era de la información. El aprendizaje de memoria y los contenidos estáticos de conocimientos no pueden seguir

constituyendo el objetivo de la información. Los estudiantes necesitarán ser capaces de conectar su comprensión de los temas y modelos históricos y proyectar sus modos de proceder y sus conclusiones hacia el futuro. Las escuelas deben estimular y preparar a los estudiantes para ser personas que aprendan a lo largo de toda su vida y que sean capaces de captar y sintetizar de forma efectiva nueva información, aprender a fondo ciertos dominios disciplinares y, lo que es probablemente más importante, integrar conocimientos a través de las fronteras entre disciplinas.

Su investigación se extiende a las siguientes áreas:

- Globalización y Educación
- Curriculum Interdisciplinar para la Comprensión Cultural
- Desarrollo de los Modelos de de Innovación de la Escuela
- Mente. Cerebro y Educación
- Educación en Medios, Comunicación y Tecnología
- Bienestar y nutrición



Se considera que es preciso establecer asociaciones entre instituciones preescolares y de educación terciaria, dentro del esfuerzo para diseminar las buenas prácticas basadas en las investigaciones y el desarrollo profesional, así como para extender los modelos innovadores de escuelas. Actualmente, la *Ross Lab School* y el *Ross Institute* están estableciendo un *consorcio inter-universitario dedicado a trabajar en colaboración para transformar la educación*.

El Ross Institute of Advanced Study of Innovation in Education lleva a cabo la difusión de todas las investigaciones que acomete, poniendo un especial énfasis en la aplicabilidad de esta investigación

- La difusión académica incluye conferencias académicas internacionales, revistas (como la revista *Mind, Brain and Education*), una serie de libros (como la serie *Más allá de la Tolerancia: Cultura y Educación en la Era Global*, con University of California Press), paneles y presentaciones en conferencias escolares y artículos y capítulos de volúmenes académicos.
- Los estudiantes que se preparan para ser futuros investigadores, los profesores y los directores de actividades educativas reciben formación en estos dominios en las universidades que forman parte del Consorcio, a través de conferencias, cursos, trabajos como asistentes de investigadores, becas pre y post-doctorales. Además pueden reforzar el objeto de su aprendizaje mediante estancias en la *Ross Lab School* y en otras «escuelas-laboratorio» en ciudades globales en distintas partes del mundo.
- Para ampliar el alcance de los descubrimientos emergentes, se utiliza una *variedad de estrategias de distribución de información*, que incluye: conferencias y tele-conferencias para la educación continua; protocolos de formación y coaching, herramientas para planificación de curricula, herramientas de planificación estratégica, instrumentos basados en la red, herramientas para creación de redes, sistemas de gestión de la información adaptables y sistemas de gestión de recursos.

- *Para el contacto con los responsables de políticas se emplean documentos sobre políticas*, especialmente preparados para este fin, así como presentaciones cuyo objeto es comunicar las implicaciones que suponen para las políticas los hallazgos referentes al escuela, así como las mejores opciones disponibles para los responsables de políticas que trabajan en estos dominios.
- Se está procediendo a la habilitación de sitios web que servirán como portales internacionales de conocimiento de acceso público, para facilitar la creación de redes de escolares, diseñadores de políticas, profesionales, padres y estudiantes, para que puedan aprender y debatir los hallazgos básicos en cada área de investigación, proporcionar juegos de herramientas on-line y conectar la investigación con la práctica educativa y las políticas.

Mind, Brain and Education (Mente, Cerebro y Educación)

La confluencia de la biología y la ciencia cognitiva con la pedagogía se está convirtiendo en un nuevo foco para la educación superior, y también para las políticas públicas. Los recientes¹⁶ desarrollos incluyen una conferencia, relativa al tema «*Mind, Brain and Education*» (MBE) que ha tenido lugar en la Academia Pontificia de las Ciencias¹⁷ en Noviembre de 2003; el lanzamiento de nuevos programas sobre MBE en las escuelas de graduados¹⁸, y la creación de la sociedad internacional «IMBES» y de su correspondiente revista.

La neurociencia y la genética han proyectado una luz fascinante sobre el desarrollo y el funcionamiento del cerebro. Los recientes avances tecnológicos han permitido a los científicos del campo de la genética descubrir más cosas acerca del cerebro que en toda la historia anterior. El notable progreso en la investigación básica del cerebro a lo largo de los diez últimos años ha creado grandes esperanzas en relación con la aplicación de estos conocimientos a la educación. Los avances en nuestro emergente conocimiento del cerebro resultan prometedores para la mejora de la educación de los niños. El desafío reside en impulsar la colaboración entre biólogos, científicos de la

16 En realidad no tan recientes, pues la conferencia tuvo lugar en el año 2003, con motivo del cuarto centenarios de la Academia.

17 Ver el anexo correspondiente a la Academia Pontificia de las Ciencias .

18 Ver el anexo relativo a Harvard University.

cognición e investigadores del campo de la educación, con el fin de dar respuesta al reciente aumento de la demanda de aplicación de los hallazgos científicos a la práctica educativa.

En la actual Edad de la Biología, la sociedad pone sus expectativas en la neurociencia, la genética y la ciencia de la cognición para informar y mejorar la educación. Los científicos y los profesionales de la escuela deben asumir la responsabilidad de construir fuertes conexiones entre la mente, el cerebro y la educación, con objeto de proporcionar conocimientos aplicables, basados en la investigación, a la educación. Para crear una investigación y una práctica mejores, se debe construir una *relación recíproca entre la práctica de la educación y la investigación sobre aprendizaje y desarrollo*, análoga a la relación entre medicina y biología. Como resultado de esta relación, la investigación informa a la práctica, al tiempo que la práctica informa a la investigación.

Comentario

De acuerdo con la información que divulga el Ross Institute, se trata de una organización con planteamientos muy abiertos e innovadores, en lo que se refiere a sus prácticas educativas, según se refleja en los programas y estrategias educativas de su Ross School.

Sus planteamientos se inspiran en gran medida en la iniciativa *Mind, Brain and Education*, y en la teoría de las *Inteligencias Múltiples* de Howard Garden, con quien mantienen algún tipo de relación, con el objetivo de acometer una educación global, que atienda a la mente, el cuerpo y el espíritu.

Se muestran interesados en la difusión de los resultados de sus experiencias educativas y de los proyectos de investigación que promueve el Ross Institute. Igualmente, son partidarios de la creación de redes para el intercambio de información, con el ambicioso objetivo de transformar la práctica educativa. Para ello, plantean la constitución de un consorcio interuniversitario en el que los participantes trabajen en colaboración.

Se trata de una organización creada en la pasada década de los noventa, por que aún es de origen reciente.

Lo más interesante es su vocación innovadora, que incluye la incorporación de los hallazgos de la neurociencia al diseño de prácticas y estrategias educativas.

WEILL CORNELL GRADUATE SCHOOL OF MEDICAL SCIENCES

<http://weill.cornell.edu/gradschool/program/neuroscience.html>

La neurociencia en la Universidad de Cornell

En la prestigiosa Universidad de Cornell se desarrollan varias actividades que tienen que ver con la docencia y la investigación en el campo de la neurociencia. Aunque su enfoque está claramente orientado a la medicina, hay varios rasgos que es interesante tener en cuenta, en relación con los fines del presente trabajo.

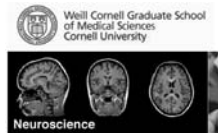
Del conjunto de programas e institutos que se relacionan con la neurociencia en esta Universidad, se destacan los siguientes:

- La *Weill Cornell Graduate School of Medical Sciences* y el *Weill Cornell Medical College*.
- El *Sackler Institute*, del Weill Cornell Medical College
- El *Cognitive Science Program*

Del modo en que se abordan la neurociencia en la Universidad de Cornell destacan, por una parte, el enfoque pluridisciplinar de una gran parte de sus actividades y por otro lado, que trata varios aspectos que, si bien no están directamente enfocados a la educación, pueden realizar aportaciones muy útiles para el planteamiento de las prácticas educativas.

La neurociencia en Weill Cornell Graduate School
of Medical Sciences.

En lo que respecta a la Weill Cornell Graduate School (perteneciente a la Cornell University), es de destacar un programa PhD en Neurociencia¹⁹, que se centra en el desarrollo y el funcionamiento del sistema nervioso. Los alumnos interactúan estrechamente con los profesores, estudiando el sistema nervioso a través de diversas disciplinas científicas, como genética molecular, bioquímica, farmacología, neuroanatomía, electrofisiología y neurociencia computacional y de sistemas.



19 Uno de los profesores de este programa es Michel Posner, con el que mantiene contactos el BCBL de San Sebastián.

Trabajan a nivel molecular, celular y de sistemas, en una serie de especies que van desde los insectos a los roedores y a los primates, tanto humanos como no humanos.

Las áreas de referencia del programa de estudios incluyen: enfermedades neurales, transmisión sináptica, neurobiología del desarrollo y regeneración, visión, neurociencia computacional y de sistemas y neurofarmacología.

Los casi 50 profesores que participan en dicho programa proceden del *Weil Cornell Medical College (WCMC)*, del *Sloan-Kettering Institute* y del *Burke-Cornell Reserach Institute*.

Los intereses del programa en materia de investigación cubren todo el rango de la neurociencia, incluyendo la regulación del desarrollo neural, la plasticidad neuronal, el control de la síntesis y la liberación de neurotransmisores, el aprendizaje, la respuesta de las neuronas y el tejido neural a daños, la regulación de la expresión génica, la función endocrina, el desarrollo de circuitos, la visión y otros sistemas sensoriales, el proceso de la información y el comportamiento. *Como puede comprobarse, varias de estas cuestiones están relacionadas con determinados aspectos que inciden en el desarrollo de los procesos educativos.*

La ciencia básica de la neurología del desarrollo explora los procesos elementales por medio de los cuales se forma el cerebro (morfogénesis), se establece su estructura (histogénesis), los subtipos neuronales y glías se especifican de sus progenitores, y se establecen y operan las conexiones. Los descubrimientos acerca del modo en que las neuronas se forman y comunican hacen de este campo una de las vías más prometedoras hacia el aumento de nuestra comprensión del cerebro y la mente. La investigación genética en la neurología y la siquiatria constituye un terreno muy interesante y en rápido desarrollo, que mira a la etiología de las enfermedades y trabaja en la identificación genética de los predictores de las enfermedades y la respuesta previsible al tratamiento, abriendo caminos hacia nuevas terapias.

Es asimismo digno de mención un programa recientemente puesto en marcha, que combina los puntos fuertes de la Cornell University en Ithaca en Field of Psychology y Cognitive Science, y del Neuroscience Program at Weill Cornell Medical College. Es

programa conjunto está teniendo una acogida muy buena. El programa en Cornell-Ithaca está especializado en el análisis básico de la percepción, la cognición, la comunicación y la toma de decisiones, con una fuerte base computacional.

Comentario

El programa PhD en Neurociencia que ofrece la Weill Cornell Graduate School, así como el que ofrece la Cornell University en Ithaca conjuntamente con el Weill Cornell Medical College incluyen una serie de temas que pueden ser ilustrativos para los profesionales de la docencia que quieran profundizar en el conocimiento de los mecanismos neurales que constituyen la base de la cognición y del comportamiento. Cuestiones como el desarrollo, la plasticidad neuronal, la percepción, la cognición, el aprendizaje, el comportamiento, la comunicación y la toma de decisiones, junto con las bases neurales de todo ello, podría constituir el núcleo de un programa de doctorado que se dirigiese a los profesionales de la docencia interesados en profundizar en el campo de las relaciones entre la neurociencia y las buenas prácticas para una mayor eficiencia en el ejercicio de la docencia.

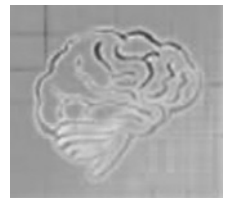
SACKLER INSTITUTE FOR DEVELOPMENTAL PSYCHOBIOLOGY

<http://www.sacklerinstitute.org/cornell/>

Acerca del Instituto

El Sackler Institute se creó en Julio de 1988 como resultado de una generosa donación de la familia Mortimer Sackler al Weill Medical College de la Universidad de Cornell. Desde entonces. El Instituto ha ganado una reputación internacional en el campo de la investigación y de la formación, utilizando técnicas para la obtención de imágenes cerebrales, genética humana, electrofisiología y métodos para el análisis del comportamiento, todo ello para el estudio del desarrollo típico y atípico del cerebro humano.

El desarrollo y el funcionamiento del sistema nervioso, como tema aglutinador del programa de Neurociencia, se refleja en el



trabajo que se realiza en el *Sackler Institute for Developmental Psychology*. Este instituto se dedica a la investigación sobre el desarrollo típico y atípico del cerebro. Un objetivo primario es el uso de nuevas técnicas para estudiar el desarrollo en los niños con el fin de transformar los métodos clínicos. El programa de investigación y formación del Instituto pone énfasis en el empleo de neuroimágenes funcionales, y en la influencia genética y la derivada del comportamiento en el desarrollo cognitivo y emocional. El Instituto es de amplio alcance e influyente en lo que se refiere a sus enfoques técnicos para el estudio de los niños y se ha convertido en uno de los mejores centros de investigación del mundo para el estudio neurocognitivo de los niños.

Como sucede con otras entidades que se incluyen como referencia en este estudio, los estudios y la investigación que se realiza en este Instituto no está directamente enfocada a la educación, pero parte de los conocimientos disponibles en ella pueden ser de utilidad para este fin, por ejemplo en el campo del estudio del desarrollo de los niños.

Por el interés de sus investigaciones y por su relación con el BCBL²⁰, es digno de mención el Profesor Emérito en Psicología y Siquiatría, Michael Posner.

20 Basque Center on
Cognition, Brain and
Language

Sus actuales actividades de investigación se centran en el *Desarrollo de los mecanismos neurales y las estructuras subyacentes de la atención selectiva*. Según manifiesta, el interés de su investigación es la comprensión del desarrollo el control ejecutivo en los niños de edades comprendidas entre 2 y 5 años. Las imágenes sugieren que las áreas a lo largo de la zona frontal medial son críticas para la regulación, tanto emocional como cognitiva, del comportamiento. Igualmente, espera comprender cómo esta forma de atención influye en la adquisición de habilidades de alto nivel relacionadas con los números y la lectura.

Comentario

Puesto que este Instituto estudia el desarrollo típico y atípico del cerebro en edades tempranas, incluyendo los aspectos cognitivos y emocionales, los resultados de sus investigaciones, aunque

se plantean para mejorar los métodos clínicos, podrían tener una proyección al campo de la educación, especialmente en la dirigida a los niños.

En este Instituto se estudia también el desarrollo del control ejecutivo en los niños de 2 a 5 años, así como el modo en que la atención selectiva influye en la adquisición de habilidades de alto nivel relacionadas con los números y la lectura, todo lo cual puede proporcionar unas referencias interesantes a los profesionales de la docencia.

CORNELL UNIVERSITY COGNITIVE SCIENCE PROGRAM

http://cogsci.psych.cornell.edu/?page_id=2



Acerca del programa

El programa Cognitive Science (Cog Sci) de Cornell es un programa interdisciplinar que enlaza con la Psicología, la Ciencia de Computadores, la Lingüística, el Desarrollo Humano, la Filosofía, la Neurobiología, las Ciencias de la Información, las Matemáticas y otras áreas. Con unos fundamentos tan amplios, el programa permite y anima a los estudiantes y al profesorado a acometer proyectos de investigación que abarquen varios departamentos. El programa Cog Sci está dedicado a extender los programas de investigación a los campos de visión computacional y lingüística computacional.

Una de las ventajas de un programa interdepartamental es la amplitud de recursos de que disponen los estudiantes y el profesorado. El programa Cog Sci se siente orgulloso de copatrocinar una serie de conferencias con varios departamentos, incluyendo Psicología, Lingüística y Ciencia de Computadores. Se anima a los estudiantes y al profesorado a asistir, con objeto de promover interesantes discusiones intelectuales y tomar contacto con una serie de campos relacionados.

El programa Cognitive Science es un programa de pregrado. Los estudiantes pueden inscribirse en cursos para realizar los estudios en una de las cinco ramas siguientes:

1. Percepción y Cognición

2. Lenguaje y cognición
3. Cognición y Proceso de la Información
4. Neurociencia Cognitiva
5. Estudios Independientes (programa diseñado por el estudiante y su asesor)

La Ciencia de la Cognición es un campo de estudios interdisciplinarios en rápida expansión, que se centra en la naturaleza y la representación del conocimiento. Aborda el estudio de la percepción, acción, lenguaje y pensamiento desde varias perspectivas - teórica, experimental y computacional – con el fin de lograr una mejor comprensión de la cognición humana y de los sistemas inteligentes. La naturaleza de las representaciones mentales y su adquisición y uso son unas cuestiones importantes, como también lo son la comparación entre la inteligencia humana y la artificial, y la relación entre la cognición humana y sus fundamentos biológicos.

Muchas de las cuestiones de las que se ocupa la Ciencia Cognitiva vienen de antiguo. ¿Cuál es la estructura del conocimiento? ¿Cuál es la naturaleza del conocimiento, del desarrollo conceptual y de la adquisición de las estructuras del conocimiento? ¿Son uniformes y monolíticas las estructuras del conocimiento o se trata de «módulos» especializados? ¿Qué ideas y capacidades son parte genuina de nuestra naturaleza humana, de nuestro estatus como especie de organismo biológico? ¿Cómo de profundas son las diferencias entre idiomas? ¿Cuáles son las relaciones entre pensamiento y lenguaje? ¿Cómo es posible compartir el conocimiento? ¿Cómo interactúan las mentes con lo que está fuera de ellas, incluyendo no solamente otras mentes, sino también el mundo físico? Incluso las más antiguas de estas cuestiones se están planteando de nuevos modos, usando herramientas de lógica formal, técnicas de simulación mediante ordenador, y sofisticados métodos experimentales. Entre los muchos tópicos que están siendo examinados desde la perspectiva de la Ciencia de la Cognición figuran:

- Lógica y justificación de las creencias
- La naturaleza de la mente y la acción
- Representación del conocimiento

- Adquisición del conocimiento
- El conocimiento y uso del lenguaje
- La percepción
- Conceptos y cambios conceptuales
- Inteligencia artificial y procesamiento paralelo distribuido
- Neurología de la cognición

La Ciencia de la Cognición es un campo relativamente nuevo que deriva de las disciplinas de Ciencia de Computadores, Lingüística, Filosofía, Sociología y Neurobiología (*College of Arts and Sciences*) y está ampliamente representado por el profesorado de estos campos. Está igualmente representado por el profesorado de los campos de Desarrollo Humano, Diseño y Análisis Experimental (*College of Human Ecology*), Economía, Educación, Ciencias de la Información, Matemáticas y Sociología, así como por el de la *Johnson Graduate School of Management*.

Como resumen de la anterior, puede decirse que el *Cognitive Science Program* de *Cornell University*, aunque no trata específicamente de la aplicación de la Neurociencia a la educación, sí aborda una serie de materias y cuestiones de interés para la búsqueda de buenas prácticas para la mejora de la eficiencia en el ejercicio de la docencia.

Comentario

Aunque el programa *Cognitive Science* de Cornell está concebido como un pregrado para entrada a posteriores estudios de grado, también podría adaptarse para ser impartido como un posgrado dirigido a licenciados en el campo de la docencia. Algunos de los aspectos que desarrolla, como la naturaleza de la mente, la adquisición y representación del conocimiento, la percepción, el conocimiento y el uso del lenguaje pueden ayudar a los docentes en el desarrollo de sus actividades educativas.

Repetidamente se ha hecho alusión a la conveniencia de la colaboración entre la neurociencia y la docencia, para lo cual se necesita una facilidad de comunicación entre los profesionales de ambos colectivos. Un programa de este perfil permitiría a los docentes adquirir la base de conocimientos que facilitase su diálogo con los neurocientíficos.

THE ROCKEFELLER UNIVERSITY
Science for the benefit of humanity

THE ROCKEFELLER UNIVERSITY

<http://www.rockefeller.edu/research/areas/summary.php?id=3>

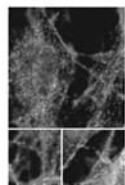
Introducción general



La Rockefeller University es un centro mundialmente reconocido por su investigación y formación de graduados en ciencias biomédicas, química, bioinformática y físicas. Los 69 laboratorios de la universidad llevan a cabo investigación básica y clínica y estudian un rango de problemas biológicos y biomédicos con el fin de mejorar la comprensión de la vida para beneficio de la humanidad.



Fundado en 1901 por Jhon D. Rockefeller, el *Rockefeller Institute for Medical Research* fue la primera institución del país dedicada exclusivamente a la investigación biomédica. El Rockefeller University Hospital se fundó en 1910 y fue el primer hospital dedicado en exclusividad a la investigación clínica. En los años 50 el Instituto amplió su misión, incluyendo la educación de graduados y comenzó la formación de nuevas generaciones de científicos. En 1965 se cambió su nombre por el de The Rockefeller University.



A lo largo de su historia, 23 de sus científicos han logrado el *Premio Nobel*, 20 han ganado el *Lasker Award* y 14 han conseguido la *National Medal of Science*, máximo galardón que se otorga en Estados Unidos.

Durante casi 100 años, el Rockefeller Hospital ha servido como un enlace esencial entre la investigación de laboratorio y la observación de personas hospitalizadas.

Neurociencia

Los científicos de Rockefeller estudian el sistema nervioso desde muchas perspectivas, que van desde el asilamiento de de moléculas y células que intervienen en el funcionamiento y el desarrollo neural, hasta el estudio de conjuntos de células dedicadas a procesamiento sensoriales de alto nivel y hasta el descubrimiento de las conexiones entre la biología del cerebro y estados de comportamiento particulares. La investigación se centra también en las interacciones entre el cerebro y el sistema

inmunitario, en los canales y poros de iones que transportan moléculas entre células nerviosas y en la comprensión de enfermedades degenerativas, como el Alzheimer y el Parkinson. Los laboratorios Rockefeller de neurociencia abarcan las áreas de neurobiología molecular y celular, neurociencia sensorial y neurobiología del comportamiento. Los temas de investigación en curso incluyen, entre otros: el control de la expresión génica en las neuronas; la formación y configuración del sistema nervioso embrionario de los vertebrados; ritmos circadianos; olfato; efectos de la experiencia y las hormonas en la plasticidad del cerebro; y los mecanismos corticales de la percepción visual.

SHELBY WHITE AND LEON LEVY

CENTER FOR MIND, BRAIN AND BEHAVIOR

<http://www.rockefeller.edu/research/intercenter/cenwhite/>

Los desórdenes del cerebro y el comportamiento, incluyendo el abuso de drogas y de alcohol, afecta aproximadamente a 50 millones de americanos, y las enfermedades psiquiátricas suponen el 20% de las hospitalizaciones en los Estados Unidos. El progreso en la prevención y el tratamiento de los desórdenes neurológicos dependerá de los avances importantes en la comprensión de la biología básica del cerebro, los cuales son inminentes gracias a los recientes desarrollos en las tecnologías para la investigación. Los laboratorios del Center for Mind, Brain and Behavior desarrollan y aplican las últimas tecnologías para explorar aspectos de la mente y el cerebro que estaban virtualmente fuera de alcance hace unos pocos años. Establecido gracias a la generosidad de Leon Levy, que fue un miembro del Consejo de Rockefeller, este centro constituye un elemento de unión para el trabajo que realizan los laboratorios dedicados al estudio de sistemas neurales, neurogenética, desarrollo neural y neuroquímica.

Algunos jefes de laboratorio

A continuación se incluyen algunas breves reseñas de las activi-

dades de algunos de los laboratorios de neurociencias, incluyendo los nombres e intereses de investigación de sus correspondientes jefes.

Winrich Freiwald, Ph.D.

Laboratory of Neural Systems

Winrich.Freiwald@rockefeller.edu



El Dr. Freiwald está interesado en los procesos neurales que dan lugar a la representación de objetos, así como así como los que permiten a la atención facilitar estas representaciones a la cognición.

Un aspecto de especial interés para el Dr. Freiwald es el conocimiento de la «maquinaria» neural para el reconocimiento de rostros, como objetos de alta relevancia social, y por tanto, también emotiva y cognitiva. Mediante el estudio del modo en que el sistema de proceso de reconocimiento de rostros está integrado en el cerebro, el laboratorio de Freiwald pretende conectarlo con los comportamientos sociales y a la comprensión de los problemas de comportamiento.

A. James Hudspeth, M.D., Ph.D.

F. M. Kirby Professor; Investigator, HHMI

Laboratory of Sensory Neuroscience

A.James.Hudspeth@rockefeller.edu



El principal interés del Dr. Hudspeth es el estudio de problemas auditivos de naturaleza neurosensorial.

La mayoría de las personas con problemas de audición están afectados de pérdida auditiva neurosensorial, que se conoce como «sordera nerviosa». A pesar de su nombre, este tipo de pérdida auditiva es debido, por lo general, a daños en la las células ciliares del oído interno. La cóclea humana tiene alrededor de 16.000 de estas células, que no vuelven a crecer después de que han sido dañadas. El laboratorio del Dr Hudspeth trabaja en mejorar la comprensión del proceso normal de audición, como paso inicial hacia la prevención o la curación de la sordera.

Donald W. Pfaff, Ph.D.

Professor

Laboratory of Neurobiology and Behavior

Donald.Pfaff@rockefeller.edu

El Dr. Pfaff usa métodos neuroanatómicos, neuroquímicos y neurosicológicos para estudiar los mecanismos celulares mediante los que el cerebro controla el comportamiento. Las actividades de investigación de su laboratorio se centran en los efectos de las hormonas esteroideas sobre las células nerviosas cuando éstas dirigen el comportamiento natural e instintivo, así como las influencias de las hormonas y los genes en el despertar generalizado del cerebro.



Comentario

De forma similar a lo que sucede en la mayor parte de los centros de excelencia que se dedican a la investigación del cerebro, la finalidad de éste se centra en la medicina y en la clínica. No obstante, trabaja en cuestiones que, en algún momento, podrían prestar soporte a la investigación en la docencia, como son: efectos de la experiencia y de las hormonas en la plasticidad del cerebro, los mecanismos corticales de la percepción visual, o la neurobiología del comportamiento.

UNIVERSIDAD DE MAASTRICH

<http://www.maastrichtuniversity.nl/web/Faculties/FPN/Theme/Research/CognitiveNeuroscience.htm>



Actividades en el campo de la neurociencia

La Universidad de Maastrich tiene bastantes actividades en el campo de la neurociencia, tanto en lo que se refiere a la docencia como a la investigación. Además, destaca por sus aplicaciones avanzadas en la obtención de imágenes cerebrales, habiendo desarrollado tecnologías propias en este terreno.

A continuación se resumen algunos de los aspectos más destacados en relación con el objeto de este estudio.

El Cognitive Neuroscience (CN) Department

Este departamento combina la investigación en cognición y percepción humanas con el desarrollo de métodos avanzados en el campo de la neurociencia. Esta singular combinación da lugar a una investigación de carácter internacional, interdisciplinar y muy interesante, en la que participan psicólogos, bio-ingenieros, expertos en tecnologías de la información, radiólogos y neurólogos. El departamento consta de tres secciones: *Neurociencia Cognitiva/Neuroimagen* (CNN), *Neurociencia Cognitiva del Desarrollo* (DCN) e *Historia, Filosofía y Enseñanza*.

Developmental Cognitive Neuroscience

La investigación en la sección DCN tiene una marcada orientación temática, centrada específicamente en la comprensión de los cambios neurales y cognitivos que subyacen en el desarrollo de las funciones de alto nivel de control ejecutivo que tienen lugar durante la infancia, la niñez y la adolescencia (especialmente la memoria, la atención y los procesos motores), y el proceso perceptual de nivel inferior. Adicionalmente, la investigación se orienta a desarrollar conocimientos sobre la relación cerebro – cognición en niños y adolescentes que tienen problemas con el control ejecutivo de alto nivel, especialmente en el campo de la atención y la memoria de trabajo, o con el procesamiento perceptual – emocional. Para este trabajo se basan en el empleo de diversas técnicas, como EEG, ERP y fMRI.



M-Bic Graduate School

La comprensión, la predicción y el cambio de la cognición y el comportamiento humano es materia de interés fundamental para los expertos de la psicología, la neurociencia y la medicina. Se ha puesto de manifiesto que, en las ciencias del cerebro, los equipos de trabajo multidisciplinarios conducen a nuevos métodos y teorías para explicar el funcionamiento y las disfunciones del cerebro. La M – Bic Escuela de Graduados se plantea como objetivo la formalización de este enfoque multidisciplinar. Las áreas de especialización van desde el desarrollo de métodos en neurociencia cognitiva hasta la neurociencia fundamental, y



hasta la clínica relacionada con la neurosicología y sicopatología. La M – Bic ofrece varios programas de formación, de distintos niveles.

<http://www.maastrichtuniversity.nl/web/Faculties/FPN/Target-Group/ProspectiveStudents/MastersProgrammes/Programmes2/ResearchMastersInCognitiveNeuroscienceNeuropsychologyAndPsychopathology1.htm>

Máster de Investigación en Neurociencia Cognitiva y Clínica

Los másteres de investigación en Neurociencia Cognitiva y Clínica proporcionan a los estudiantes una sólida formación en las teorías, modelos, técnicas y métodos analíticos más importantes que constituyen las bases de la investigación en neurociencia, sicología y enfermedades mentales. Además de una amplia formación interdisciplinar, los estudiantes reciben una completa formación en una de las cuatro especialidades del programa:

- Neurociencia cognitiva
- Neurociencia fundamental
- Neurosicología
- Sicopatología

El programa se desarrolla en colaboración entre la *Faculty of Psychology and Neuroscience* y la *Faculty of Health, Medicine & Life Sciences* de la Universidad de Maastricht, y está diseñado para alumnos excelentes que desean continuar sus estudios de graduación con una carrera en el mundo de la investigación. Tiene una duración de dos años.

<http://www.maastrichtuniversity.nl/web/Faculties/FPN/Target-Group/ProspectiveStudents/MastersProgrammes/Programmes2/ResearchMastersInCognitiveAndClinicalNeuroscience/Specialisations/Neuropsychology.htm>

Neurosicología

El cerebro, cuando se trata de comprender su funcionamiento, constituye el tema cuya exploración resulta más compleja



y la que supone un mayor reto. Sus miríadas de neuronas, docenas de mensajeros bioquímicos e infinitas interconexiones neuronales generan la fascinación que atrae a muchos a su estudio. La especialización en Neurociología constituye el camino interdisciplinar más adecuado para estudiar la relación cerebro - comportamiento.

Esta especialización se centra en la comprensión del comportamiento cognitivo (memoria, percepción, planificación, atención, funciones sicomotoras) y emocional-afectivo (humor, ansiedad, motivación, vigilia) desde de la perspectiva de la estructura del cerebro y su funcionamiento.

Esta especialización constituye un curriculum integrado que incluye la mayor parte de los aspectos de la Neurociencia básica y aplicada. Adicionalmente, los alumnos trabajan en un equipo multidisciplinar de psicólogos, biólogos y siquiátras, utilizando las instalaciones más avanzadas en el campo de la clínica y de las neuroimágenes (como EEG y fMRI), laboratorios biosicológicos y una gran cantidad de datos humanos transversales y longitudinales.

<http://www.maastrichtuniversity.nl/web/Faculties/FPN/Target-Group/ProspectiveStudents/MastersProgrammes/Programmes2/ResearchMastersInCognitiveAndClinicalNeuroscience/Specialisations/CognitiveNeuroscience.htm>

Neurociencia Cognitiva

La especialización en Neurociencia Cognitiva proporciona a los estudiantes una extensa y completa base en materia de neurociencia e investigación del cerebro. Los estudiantes adquieren práctica en todos los métodos esenciales de investigación en neurociencia cognitiva. Adquieren un completo conocimiento de las técnicas de imagen, registro y de manipulación de la activación neuronal del cerebro humano. La Universidad de Maastricht tiene su propio 3-Tesla MRI²¹ escáner de investigación y está totalmente equipada con laboratorios que tienen instalaciones de EEG²² y TMS²³, que los estudiantes manejan. Este conocimiento metodológico se integra con otro de carácter

21 Imágenes mediante
Resonancia Magnética

22 Electroencefalografía

23 Estimulación Ma-
gnética Transcraneal.

teórico y experimental referente a las bases neurales de la percepción, la cognición, la percepción sensorial y los sistemas motores. Los estudiantes aprenden a abordar estas cuestiones desde múltiples perspectivas. Los profesores que contribuyen a proporcionar esta especialización proceden de un equipo multidisciplinar, que incluye psicólogos, biólogos, médicos, ingenieros y científicos informáticos.

Colaboraciones

La universidad de Maastrich colabora, en el campo de la neurociencia, con diversas entidades, entre las que destacan:

- Siemens Medical Systems, para el desarrollo de equipos para obtención de imágenes cerebrales.
- El Donders Institute for Brain, Cognition and Behaviour
- El Max Planck Institute for Psycholinguistics

Comentarios

Como se puede apreciar, en el caso de la Universidad de Maastrich el nivel de la docencia y de la investigación en materia de Neurociencia es alto, desarrollando actividades de notable interés. Destaca, como en la mayor parte de los casos, el enfoque pluridisciplinar. En este caso, son también de señalar las colaboraciones con otras instituciones, tanto del mundo empresarial como del de la investigación. No obstante, de acuerdo con la tónica general, no parece que mantiene ninguna colaboración significativa con el mundo de la docencia. Ahora bien, su actividad en el campo de la cognición permite suponer que de sus conocimientos podrían sacarse deducciones interesantes para el ámbito de la educación.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CEREBRO, COGNICIÓN Y CONDUCTA (IR3C)

<http://www.ir3c.ub.edu/>

The logo for the Instituto de Investigación en Cerebro, Cognición y Conducta (IR3C). It features the letters 'IR3C' in a large, bold, sans-serif font. The '3' is stylized with a horizontal line through it. The logo is positioned on the right side of the page, partially overlapping the bottom right corner.

El IR3C surge como consecuencia de la interacción de tres niveles o planos de estudio de los individuos: el plano material o neurofisiológico, el plano simbólico, computacional o

del procesamiento de información, y el plano de la acción transformadora que opera sobre el entorno (la conducta actuante en un contexto). Las ciencias del cerebro, la cognición y la conducta tienen como objetivo general conocer y comprender mejor cómo los procesos cerebrales determinan las funciones cognitivas (percepción, memoria, aprendizaje, razonamiento y resolución de problemas, lenguaje, comunicación y emoción), posibilitando un comportamiento de los seres humanos capaz de adaptarse al medio y transformarlo con su actuación.

Estos ámbitos de especialidad son abordados actualmente por grupos de investigación pluridisciplinarios (biología, medicina, psicología, filosofía, ciencias de la computación e ingeniería del conocimiento) y, sin duda, el impulso científico que supone la creación de este Instituto tendrá notorias implicaciones significativas tanto para las personas y los grupos como para las organizaciones del trabajo y la sociedad en su conjunto, incluido su progreso humanístico y su avance económico. El objetivo básico del IR3C es el de poner en conjunción el potencial investigador disponible, preferentemente, en la UB y proporcionarle un espacio de trabajo científico multidisciplinario e integrador, localizado en la interacción de los tres ámbitos que lo definen. Este objetivo general se diversifica y operativiza a través de los diversos programas y proyectos de investigación a los que dan apoyo los miembros del Instituto y que se agrupan en los ámbitos mencionados de actividad investigadora.

Más información

- Instituto de Investigación en Cerebro, Cognición y Conducta (IR3C)
- Facultad de Psicología
- Campus de Mundet
- Paseo de la Vall d'Hebron, 171
- 08035 Barcelona
- Tfno. 933 125 048, 933 125 088
- Fax 934 021 584, 934 021 359
- Responsable: Carles Enric Escera Micó

ANEXO INICIATIVAS

BLUE BRAIN PROJECT:

El proyecto Blue Brain es el primer intento exhaustivo de comprender las estructuras del cerebro de los mamíferos, con el objeto de entender las funciones y disfunciones mentales por medio de simulaciones detalladas.

Las simulaciones por ordenador en neurociencia permiten esperar que se llegue a mejorar de forma sustancial el método científico, proporcionando los medios para comprobar determinadas hipótesis mediante el uso de modelos predecibles de los procesos biológicos complejos, en los que los experimentos no son posibles. Por supuesto, las simulaciones son solo buenas en la medida que los datos y la abstracción matemática de los procesos biológicos sean correctos.

- La primera fase del proyecto Blue Brain comenzó tras 15 años de disección sistemática de las propiedades microanatómicas, genéticas y eléctricas de la unidad elemental del neocortex – la columna neocortical –, que es un poco más grande que la cabeza de una aguja. A partir de los datos recogidos por más de 15.000 experimentos en el cortex de ratas está siendo posible empezar un modelo de esta parte del cerebro.

El proyecto se ha centrado, sin embargo, no solo en construir un modelo de la columna neocortical, sino también en desarrollar un dispositivo genérico que permita la modelización, simulación y experimentación rápidas de cualquier región cerebral. El dispositivo ha sido usado para crear el primer modelo de columna neocortical que incluye 10.000 digitalizaciones 3D de neuronas reales. Se ha usado un superordenador paralelo para construir un modelo para llevar a cabo los experimentos con objeto de predecir el comportamiento del tejido por medio de la simulación.

Los siguientes pasos van en dos direcciones: investigar sobre estructuras a nivel molecular, procesos y efectos en relación al desarrollo de investigación médica y farmacológica ; el dispositivo será expandido para integrar detalles de mayores proporciones del cortex y otras estructuras. **A la larga, y con recursos adicionales, el dispositivo puede servir para simular, modelar y experimentar con el cerebro completo.**



Información más detallada y una mirada al futuro
sobre el proyecto Blue Brain.

El cerebro está formado por miles de millones de neuronas, cada una conectada a miles de sus vecinas por medio de las dendritas y los axones, formando una especie de cableado biológico. El cerebro procesa información mandando señales eléctricas de neurona a neurona por medio de estos cables. En el cortex, las neuronas están organizadas en unidades de funcionamiento básico. Estas unidades operan como microcircuitos en un ordenador. Este microcircuito, conocido como la columna neocortical (neocortical column, NCC) se repite millones de veces por el cortex. La diferencia entre el cerebro de un ratón y el de ser humano es básicamente el número de columnas neocorticales: los humanos tienen muchas más que los ratones. El primer paso del proyecto Blue Brain es de modelizar este microcircuito fundamental.

Modelizando las neuronas y construyendo el microcircuito

Las neuronas no son todas iguales: dependiendo de su forma y su estructura las propiedades eléctricas y conectivas son diferentes. Esto depende del número de canales de iones de diferentes intensidades que hay en la membrana de la célula. Los científicos han estado recopilando información sobre la morfología y el comportamiento eléctrico de las neuronas jóvenes de ratas durante muchos años y esto ha servido como base para posteriores investigaciones.

El final de la fase I

La fase I marca la terminación de la prueba de principio basada en la simulación, del proceso investigación que ha dado lugar a un modelo a nivel celular de la columna neocortical. Se ha logrado un grado de fidelidad biológica tal, que el modelo sirve ahora como una herramienta primaria para evaluar la consistencia y la relevancia de los datos neurobiológicos, al tiempo que sirve de orientación para nuevos esfuerzos experimentales. Estos datos experimentales servirán para progresar en el refinamiento del modelo de columna neocortical.

La terminación de la fase I proporciona la base para **aumentar la resolución del modelo, profundizando a nivel molecular, y expandiendo la dimensión de los modelos para abarcar todo el cerebro de los mamíferos.**

El futuro

En el futuro, a los algoritmos que generan las neuronas individuales y sus conexiones se añadirá información a nivel molecular y genético, de modo que este nivel de detalle se refleje en la construcción de los circuitos. Con ello, se podrán realizar simulaciones para explorar lo que sucede cuando se altera dicha información molecular o genética (como cuando se produce una variación genética en neurotransmisores particulares, o cuando el entorno molecular se altera por medio de drogas).

El proyecto continuará y será necesario involucrar a más científicos y grupos de investigación de todo el mundo.

El equipo del proyecto Blue Brain

El núcleo y la dirección del proyecto reside en la *Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne*, Suiza. El equipo del proyecto Blue Brain está dirigido por:

Director del Proyecto:

Professor Henry Markram

Consejo Asesor del Proyecto:

Dr Robert Bishop, Chairman

Gerente del Proyecto

Dr. Felix Schürmann

Gestor del Proyecto en Neurociencia Computacional:

Dr. Sean Hill

Jefe de la Colaboración de IBM:

Dr. Eric Kronstadt, IBM Research

Colaboraciones de otros países

Colaboran en el proyecto instituciones de otros países, entre las que se encuentran la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y el Instituto Cajal (IC) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), a través de la iniciativa Cajal Blue Brain.



Comentarios

No se trata de un proyecto expresamente orientado a la aplicación de la neurociencia a la educación, sino que está pensado en aplicaciones del campo de la medicina. No obstante, pretende de llegar a simular el funcionamiento del cerebro completo y si alcanza este objetivo, sus resultados tendrán un potencial uso muy interesante también en el campo de las ciencias de la educación y del aprendizaje. Los resultados obtenidos hasta el momento permiten concebir unas expectativas muy halagüeñas.

Otro factor de interés es la participación en el proyecto de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y el Instituto Cajal (IC) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), a través de la iniciativa Cajal Blue Brain

**OXFORD COGNITIVE NEUROSCIENCE - EDUCATION FORUM**

<http://www.brookes.ac.uk/schools/education/rescon/ocnef/ocnef.html>

Este foro está formado por un grupo informal de neurocientíficos, psicólogos y educadores que se unen para desarrollar su interés en las implicaciones y aplicaciones de la investigación en neurociencia cognitiva para la práctica y teoría educativa.

El foro fue fundado en julio 2001 por el Profesor Collin Blakemore (Universidad de Oxford) y el profesor John Geake (Oxford Brookes University).

Los dos objetivos principales son:

1. Diseñar experimentos que podrían responder a preguntas sobre neurociencias cognitivas.
2. Informar a la profesión educativa de las investigaciones de neurociencia cognitiva relevantes, desmotando mitos que han sido promulgados entre los círculos de la educación.



Collin Blakemore

La investigación de Blakemore se ha centrado en la visión y desarrollo del cerebro y más recientemente, ha estudiado las condiciones como la enfermedad de Huntington y trombos

cerebrales. Ha publicado cientos de publicaciones científicas y varios libros en estos temas.

Su mayor contribución a la neurociencia fue su aportación sobre la **plasticidad neuronal**, la capacidad del cerebro para reorganizarse. Fue de los primeros en los años 60 en demostrar que en la parte visual del cortex cerebral se producían cambios adaptativos durante un tiempo breve después del nacimiento y que esto ayudaba al cerebro a acoplarse al entorno sensorial. Aunque al principio fue muy controvertido, la idea de que el cerebro de los mamíferos es plástico y adaptivo está actualmente muy extendido en el campo de la neurociencia. Se piensa que la plasticidad de las conexiones entre las células es la base de muchos tipos de aprendizaje y de memoria, así como de desarrollo sensorial.

La plasticidad de las conexiones entre las células nerviosas participa en los procesos de aprendizaje, en la memoria y en el desarrollo sensorial. Blakemore ha demostrado que hay partes del cortex humano que adquiere nuevas capacidades, especialmente la del tacto en gente que se ha quedado ciega poco después al nacer. Después de un trombo u otras formas de daño cerebral, una reorganización de esta clase puede ayudar al proceso de recuperación, pues otras partes del cerebro asumen las funciones de la parte dañada.

El trabajo reciente de Blakemore (2005) ha enfatizado la variedad de mecanismos moleculares que contribuyen a la plasticidad y ha identificado algunos de los genes encargados de permitir a las células nerviosas modificar sus conexiones en respuesta a los impulsos nerviosos que las recorren.

John Geake

Es profesor de Educación en el Instituto de Educación de Westminster, Oxford Brookes University, Oxford. Sus investigaciones en varios temas tienen como objetivo el conocimiento de la inteligencia humana en la comprensión de información compleja, y abarca las siguientes áreas: neurociencia cognitiva y educacional, centrada en el razonamiento analógico fluido; dinámica no lineal, en particular las formas fractales; capacidades



cognitivas de alto nivel, especialmente la creatividad intelectual y la cognición de la música. Está interesado en la neurociencia cognitiva para la educación. Geake lleva a cabo una investigación sobre los superdotados y la creatividad.

En 2001, cofundó el foro de Educación de la Universidad de Neurociencias Cognitivas de Oxford. En los últimos años, el Profesor Geake ha asesorado sobre neurociencias para la educación a varias investigaciones del gobierno y políticas educacionales en Reino Unido, Estados Unidos, Australia y Holanda.

Afiliaciones. Pertenecer a las siguientes organizaciones:

- International Mind, Brain, Education Society (Charter Member)
- International Society for Chaos Theory in Psychology & Life Sciences
- World Council for Gifted and Talented Children
- American Education Research Association
- Society for Neuroscience
- British Educational Research Association
- British Association for Cognitive Neuroscience

Comentarios

Se trata de una iniciativa muy centrada en la colaboración entre la neurociencia y la educación, en la que sería muy conveniente profundizar, pues puede aportar puntos de vista muy en línea con los intereses y las buenas prácticas en el campo de la docencia. Los campos de conocimiento y los intereses investigadores de los Profesores Blakemore y Geake se refieren no solamente a los aspectos básicos de la cognición, sino también a otros aspectos particularmente relevantes en los programas de formación, como pueden ser la comprensión de información compleja, el razonamiento analógico fluido, las capacidades cognitivas de alto nivel o la creatividad intelectual. Muy interesante es que dirigen sus trabajos al estudio de alumnos normales o superdotados, no limitándose al de aquellos que tiene algún tipo de disfunciones. El tipo de interdisciplinariedad del grupo que participa en

<http://education.ihu.edu/newhorizons/>

El funcionamiento de la organización ha sido apoyado económicamente por fundaciones, contribuyentes a título individual y suscriptores de su revista, que es de acceso gratuito. Entre las organizaciones que han patrocinado sus actividades, figuran la *Washington State Office of the Superintendent of Public Instruction*, *Seattle Foundation*, *the Wyman Youth Trust*, *the Northwest Area Foundation*, *Seafirst Foundation*, *Norcliffe Foundation*, *Safeco*, *Boeing*, *Discuren Foundation*, *Human Links Foundation*, y la *Osberg Family Foundation*.

New Horizons definió su misión en los siguientes términos:

«New Horizons for Learning es una red internacional de personas, programas y productos dedicada al aprendizaje innovador y de éxito. Como tal, esta organización tiene como misión:

- *Actuar como catalizador del cambio educativo.*
- *Busca, sintetiza y comunica información e investigaciones relevantes.*
- *Apoya y expande la visión de una educación que identifique y promueva el completo desarrollo de las habilidades humanas.*
- *Trabaja para implementar estrategias de aprendizaje en todas las edades y niveles de habilidad.*
- *Crea apoyo para las comunidades de aprendizaje a lo largo de toda la vida.*
- *Patrocina y apoya la página web.»*

Las secciones que se incluyen en su web son las siguientes:

- Noticias del Campo de la **neurociencia**
- Transformando la Educación
- Perspectivas de Futuro
- Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje
- Necesidades Especiales
- Aprendizaje a lo Largo de la Vida (*Lifelong Learning*)
- La Voz de los Estudiantes

Desde la sección de Neurociencias están disponibles accesos a artículos y referencias de lecturas recomendadas. También se ofrecen «links» para acceder a webs de sitios relacionados.

La información que ofrece es muy expensa, lo que explica el elevado número de visitas que recibe su web. Desde ella se puede acceder al texto completo de un elevado número de artículos y a referencias sobre muchas monografías. Igualmente, desde la web se puede acceder al contenido completo de su revista trimestral. **Comentario**

Se trata de una iniciativa cuyo interés principal es la educación, pero tiene una sección suficientemente extensa dedicada a la Neurociencia, estableciendo así un estrecho vínculo con esta disciplina. En conjunto, puede considerarse una iniciativa de interés para cualquier institución docente, y de modo especial,

para aquellas interesadas en el seguimiento de las novedades referentes a la aplicación de la Neurociencia a la Educación, o en inspirar sus estrategias educativas en los hallazgos de la neurociencia.

Otro de sus aspectos de interés es el que aborda el proceso de aprendizaje a lo largo de todas las etapas de la vida, a través de su sección correspondiente al *Lifelong Learning*.

ANEXO PUBLICACIONES

JOURNAL OF COGNITIVE NEUROSCIENCE.

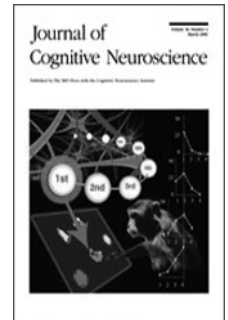
<http://www.mitpressjournals.org/loi/jocn>

Mensual

160 páginas.

Fundada en 1989

La Publicación de Neurociencia Cognitiva investiga la interacción cerebro-comportamiento y promueve el intercambio de opiniones y conocimientos entre científicos. Las contribuciones tratan sobre la descripción de las funciones del cerebro y los eventos que ocurren en él y reflejan la naturaleza interdisciplinar del campo, cubriendo los avances de neuropsicología, psicología cognitiva, neurobiología, lingüística, ciencias de la computación y filosofía.

**Información de la editorial**

Editor jefe:

Mark D'Esposito

University of California, Berkeley

Intereses: Trabajar en la memoria y las funciones del lóbulo central. También está interesado en la neurociencia cognitiva.



Editores asociados:

Jeffrey R. Binder

Medical College of Wisconsin

Neurólogo por la Universidad de Columbia. Está interesado en síndromes del comportamiento con enfermedad cerebrovascular. Su investigación está centrada en el lenguaje y el cerebro, en la lateralización y en el esfuerzo de desarrollar un patrón lingüístico útil para pacientes con problemas neurológicos.



Anjan Chatterjee

University of Pennsylvania

Intereses de investigación: Neurociencia cognitiva y Neurología cognitiva y del comportamiento. Su investigación está dirigida a entender la arquitectura y las bases neurológicas para la cognición humana. Su investigación se dirige a las siguientes cuestiones:



- Language y significado.
- Procesamiento visual, espacial y temporal



Torkel Klingberg

Karolinska Institutet

Suecia

Su investigación está centrada en el desarrollo y plasticidad de la memoria. En particular, se concentra en la memoria y en la atención, aspectos centrales de la cognición.

Consejo Editorial

Algunos de los miembros del Consejo Editorial son los siguientes:



Robert T. Knight

University of California, Berkeley

Intereses: atención, memoria, neuropsicología, neurofisiológica y neurociencia cognitiva. El laboratorio estudia la contribución del cortex prefrontal en el comportamiento humano con pacientes con daño en el lóbulo.



Stephen M. Kosslyn

Harvard University

Stephen Michael Kosslyn es un psicólogo americano. Actualmente es profesor en la universidad de Harvard y es un investigador en el campo de la psicología cognitiva y neurociencia. Kosslyn es conocido por su investigación y teorías en imágenes mentales.

Richard E. Passingham

University of Oxford

Desde 1966 el profesor Passingham ha dirigido estudios sobre el lóbulo frontal en primates y en pacientes con problemas neurológicos. El tema central ha sido la toma de decisiones, esto ha conllevado la investigación del cortex prefrontal y el cortex premotor. En la investigación ha estudiado las interacciones entre diferentes áreas cerebrales.

LEARNING & MEMORY

<http://learnmem.cshlp.org/>

Sobre Aprendizaje y Memoria:

La neurobiología del aprendizaje y la memoria, lo mismo que otras áreas de la neurociencia, está siendo abordada, cada vez en mayor medida, desde un enfoque interdisciplinar. Los avances en neuropsicología han identificado regiones del tejido cerebral que son esenciales para cierto tipo de funciones. Las técnicas electrofisiológicas han puesto de manifiesto correlaciones entre aspectos conductuales y la actividad neuronal. Estudios sobre la plasticidad sináptica sugieren que algunos mecanismos de formación de la memoria pueden parecerse a los de desarrollo neurológico. Enfoques moleculares han identificado genes con patrones de expresión que influyen en el comportamiento. Está claro que el progreso depende del enfoque interdisciplinar de las investigaciones. Hasta ahora, no existía ninguna revista dedicada a este área de estudio ni ninguna publicación que pudiese considerarse de referencia en este campo y que reclamase la atención de quienes trabajan seriamente en la materia. **LEARNING & MEMORY** ofrece un foro para esas investigaciones en forma de artículos previamente revisados y seleccionados.

**LEARNING
&
MEMORY**

Consejo editorial de Learning & Memory

Editor

John H. Byrne (*Univ. of Texas, Houston Medical School*)

Editor Gerente

Maria A. Smit (*Cold Spring Harbor Laboratory*)

Editor Asistente

Susan J. Cushman (*Univ. of Texas, Houston Medical School*)

Editor Asistente

Margaret R. Clarke (*Univ. of Texas, Health Science Center, Houston*)

Secretaría editorial

Peggy Calicchia (*Cold Spring Harbor Laboratory*)

Consejo editorial

Per Andersen (*Univ. of Oslo*)

Philippe Ascher (*Ecole Normale Supérieure*)

Jocelyne Bachevalier (*Emory University*)

Carol A. Barnes (*Univ. of Arizona*)

Timothy Bliss (*National Institute for Medical Research, London*)

Thomas J. Carew (*Univ. of California, Irvine*)

Graham Collingridge (*Univ. of Bristol*)

John Connor (*Univ. of New Mexico School of Medicine*)

Thomas Curran (*St. Jude Children's Research Hospital*)

Antonio Damasio (*Univ. of Southern California*)

Michael Davis (*Emory Univ. School of Medicine*)

Ronald Davis (*Baylor College of Medicine*)

Pietro De Camilli (*Yale Univ. School of Medicine*)

Allison Jane Doupe (*Univ. of California, San Francisco*)

Yadin Dudai (*Weizmann Institute of Science*)

Howard Eichenbaum (*Boston Univ.*)

Yves Frégnac (*CNRS*)

Alan Gelperin (*Monell Chemical Senses Center*)

Alison Goate (*Washington Univ. School of Medicine*)

Michael E. Greenberg (*Harvard Medical School*)

Stephen Heinemann (*Salk Institute*)

Martin Heisenberg (*Theodor-Boveri-Institut*)

Susan Hockfield (*Massachusetts Institute of Technology*)

Peter Holland (*Johns Hopkins Univ.*)

Eric Kandel (*Columbia Univ.*)

Mary B. Kennedy (*California Institute of Technology*)

Joseph LeDoux (*New York Univ.*)

Stephen G. Lisberger (*Univ. of California, San Francisco*)

Nicholas J. Mackintosh (*Univ. of Cambridge*)

Daniel Madison (*Stanford Univ. School of Medicine*)

Roberto Malinow (*Cold Spring Harbor Laboratory*)

Randolf Menzel (*Freie Universität*)

Mortimer Mishkin (*National Institute of Mental Health*)

Richard Morris (*Univ. of Edinburgh*)

Dennis D.M. O'Leary (*Salk Institute*)

Marcus Raichle (*Washington Univ. School of Medicine*)

Jerry W. Rudy (*Univ. of Colorado, Boulder*)

Christie Sahley (*Purdue Univ.*)

Daniel Schacter (*Harvard Univ.*)

Carla Shatz (*Harvard Medical School*)

Wolf Singer (*Max-Planck-Institut, Frankfurt*)

Larry Squire (*Univ. of California, San Diego*)

Charles Stevens (*Salk Institute*)

Richard Thompson (*Univ. of Southern California*)

Richard Tsien (*Stanford Univ. School of Medicine*)

Tim Tully (*Cold Spring Harbor Laboratory*)

Director de Producción

Linda Sussman (*Cold Spring Harbor Laboratory*)

Editor de Producción

Barbara Acosta (*Cold Spring Harbor Laboratory*)

Asistente de Producción

Pauline Henick (*Cold Spring Harbor Laboratory*)

Comentario

El carácter marcadamente científico de esta publicación se refleja en su Consejo Editorial, formado por personas de Universidades y centros de investigación (especialmente de las primeras). Se trata de una revista cuya atención principal es la neurociencia, y la educación no es objeto prioritario de sus intereses.

WILEY knowledge for generations

<http://www.wiley.com/bw/journal.asp?ref=1751-2271>

Mind, Brain and Education publica artículos, expuestos en un lenguaje comprensible sobre cuestiones relativas a la investigación en materia de aprendizaje y desarrollo, incluyendo temas de biología, ciencias cognitivas y educación. Su misión es crear un nuevo campo de mente, cerebro y educación con educadores e investigadores, colaborando en integrar los diferentes campos conectados a mente, cerebro y educación en investigación, teoría y práctica.



La publicación incluye una gran variedad de descubrimientos de neurociencia y problemas relevantes relacionados con la educación. Es vital que exista una relación recíproca en donde la educación informe a la investigación biológica y que la biología ayude a la práctica educativa.

La publicación ofrece investigación científicamente sólida y relevante para la educación, conectando mente, cerebro y educación, fomentando el tipo de relaciones que son esenciales para mejorar la práctica en la educación basada en la investigación.

Esta publicación, como su nombre sugiere, guarda estrecha relación con el Programa *Mind, Brain and Education*, de la *Harvard Graduate School of Education*, así como con la asociación *imbes* (International Mind, Brain and Education Society), de la que puede considerarse que es su órgano de comunicación.

Editor Jefe:

Kurt W. Fischer

Harvard Graduate School of Education

(Profesor de Desarrollo Humano y Psicóloga y director del programa de la universidad de Harvard Mente, Cerebro y Educación. Su trabajo se centra en la organización dinámica del comportamiento y cómo cambia, especialmente en el desarrollo cognitivo, el comportamiento social y emociones. Su investigación abarca varios campos, incluyendo herramientas de lectura, resolución de problemas, emociones, abuso infantil y desarrollo cerebral.

Editor:

David B. Daniel

James Madison University

Editora asociada para North America

Mary Helen Immordino-Yang

University of Southern California

(Es una neurocientífica y una psicóloga educativa que estudia las bases de la emoción, interacción social y la cultura y sus

implicaciones en el desarrollo y en las escuelas. Da charlas nacionales e internacionales sobre las implicaciones del cerebro y las ciencias cognitivas.)

Editor asociado para Europa:

Paul van Geert

University of Groningen

BIBLIOGRAFÍA

- BLACKEMORE, S.: Cómo aprende el cerebro. Ed. Ariel, Barcelona 2007
- DAMASIO, A.: El error de Descartes. Ed. Crítica, Barcelona, 2008
- DELLA CHIESA, B.: Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science. OCDE, 2007
- JENSEN, E.: Cerebro y aprendizaje. Ed. Nancea, Madrid, 2003
- MORA, F.: Cómo funciona el cerebro. Ed. Alianza, Madrid, 2007
- ORTIZ, T.: Neurociencia y Educación. Ed. Alianza, Madrid, 2009
- RATEY, J.J.: El cerebro: manual de instrucciones. Ed. Mondadori, Barcelona, 2002
- REDOLAR, D.: El cerebro cambiante. Ed. Liberta, Barcelona, 2009
- ROSE, S.: Tu cerebro mañana. Ed. Paidós, Barcelona, 2008
- RUBIA, F.: El cerebro nos engaña. Ed. Temas de Hoy, 2007

ANEXO CURRÍCULA

DIRECTOR CIENTÍFICO**Francisco J. Rubia Vila**

Francisco J. Rubia Vila es Catedrático de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, y también lo fue de la Universidad Ludwig Maximilian de Munich, así como Consejero Científico de dicha Universidad. Estudió Medicina en las Universidades Complutense y Düsseldorf de Alemania. Ha sido Subdirector del Hospital Ramón y Cajal y Director de su Departamento de Investigación, Vicerrector de Investigación de la Universidad Complutense de Madrid y Director General de Investigación de la Comunidad de Madrid. Durante varios años fue miembro del Comité Ejecutivo del European Medical Research Council. Su especialidad es la Fisiología del Sistema Nervioso, campo en el que ha trabajado durante más de 40 años, y en el que tiene más de doscientas publicaciones. Es Director del Instituto Pluridisciplinar de la Universidad Complutense de Madrid. Es miembro numerario de la Real Academia Nacional de Medicina (sillón nº 2) y Vicepresidente de la Academia Europea de Ciencias y Artes con Sede en Salzburgo, así como miembro de la Comisión Ejecutiva de su Delegación Española.

Ha publicado más de 200 trabajos científicos, ha participado en numerosas ponencias y comunicaciones científicas, y es autor de los libros: «El Cerebro nos engaña», «La Conexión Divina», «Percepción Social de la Ciencia» y «Manual de Neurociencia».

**AUTORES****Nieves Maya Elcarte**

Nieves Maya Elcarte es Licenciada en Ciencias de la Educación por la Universidad de Navarra. Estudió Magisterio en la Escuela Universitaria del Profesorado del Seminario de San Sebastián. Su práctica como docente comenzó en el año 1987 en el Colegio Sagrado Corazón Carmelitas de Vitoria y desde el 2000 es la Directora del mismo. Ha trabajado en todas las etapas de la enseñanza no universitaria y ha sido coordinadora de diversos proyectos de innovación que se han desarrollado en el Colegio. Desde el año 2000 ha dirigido la implantación en su Centro del modelo de excelencia EFQM que ha obtenido en 2007 la



Q de oro de Euskalit y el Finalist Europeo en reconocimiento a su gestión. Desde 2007 pertenece al i-talde de Educación de Innobasque (Agencia Vasca para la Innovación) y desde el 2008 forma parte de la junta directiva del FEAE (Forum Europeo de Administradores de la Educación) del País Vasco. Ha participado en diferentes actividades relacionadas con la gestión y liderazgo de Centros Educativos: en la revista OGE (Organización y Gestión de Centros Educativos), en el VII Congreso de «Calidad en Educación» organizado por la Consejería de Educación del Gobierno de La Rioja, en actividades de benchmarking con otros Centros y entidades, tanto del País Vasco como del territorio Español. El Colegio que dirige colabora con el BCBL (Basque Center on Cognition, Brain and Language) en el proyecto educativo «Consolider». En la actualidad, codirige un estudio de investigación sobre «El rendimiento académico en el alumnado de Bachiller» con profesores del Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamientos Psicológicos de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid.

Santiago Rivero Rodrigo



Santiago Rivero Rodrigo estudió ingeniería industrial en la Escuela de Ingenieros Industriales de Bilbao, habiendo seguido programas de especialización en dirección de empresas (INSIDE, de la Universidad de Deusto; PDADE, del IESE, de la Universidad de Navarra). Ha sido Director General Adjunto de la Asociación de la Industria Navarra, Director General de Labein y Director General y Vicepresidente de Socintec, Sociedad para la Innovación y Promoción de Nuevas Tecnologías. Actualmente es Consejero de Human Management Systems.

Desde el año 1990 se viene dedicando activamente a los temas relacionados con la Gestión del Conocimiento. Es autor de cuatro libros referentes a la Gestión del Conocimiento y el Desarrollo del potencial Intelectual, así como de diversos artículos sobre esta materia. Ha participado como profesor en varios master de posgrado y otras actividades docentes, referentes a la Gestión del Conocimiento, en la Universidad Complutense, Universidad de Deusto, Universidad del País Vasco, Universidad de Valladolid,

Instituto de Empresa, Escuela de Práctica Jurídica, Fundecyt, etc. Asimismo, ha impartido seminarios a los equipos de Dirección de varias empresas.

Ha participado en grupos de trabajo con expertos de organizaciones como ABB, BBVA, Iberdrola, IBM Global Services, Lloyd's Register, Olivetti, Silicon Graphics, Unilever, Universidad Politécnica de Madrid, etc.

Ha colaborado en la implantación de prácticas y soluciones de Gestión del Conocimiento en diversas empresas industriales y de servicios.