

# Participación Educativa

REVISTA DEL CONSEJO  
ESCOLAR DEL ESTADO

Ministerio  
de Educación, Cultura  
y Deporte

Consejo  
Escolar  
del Estado

**La investigación sobre el cerebro y la  
mejora de la educación**

Segunda Época/Vol. 1/N.º 1/2012



# PARTICIPACIÓN EDUCATIVA

SEGUNDA ÉPOCA. NÚMERO 1. DICIEMBRE 2012

LA INVESTIGACIÓN SOBRE EL CEREBRO Y LA MEJORA DE LA EDUCACION

## ÓRGANOS DE DIRECCIÓN

### Consejo de Dirección

#### Presidencia

Francisco López Rupérez  
Presidente del Consejo Escolar del Estado

#### Vicepresidencia

María Dolores Molina de Juan  
Vicepresidenta del Consejo Escolar del Estado

#### Secretario

José Luis de la Monja Fajardo  
Secretario General del Consejo Escolar del Estado

#### Vocales

M<sup>a</sup> Luisa Martín Martín  
Consejera representante de los profesores de la enseñanza pública

Roberto Mur Montero  
Consejero por el grupo de personalidades de reconocido prestigio

Jesús Pueyo Val  
Consejero representante de los profesores de la enseñanza privada

### Consejo Editorial

María Dolores Molina de Juan  
(Consejo Escolar del Estado)

José Luis de la Monja Fajardo  
(Consejo Escolar del Estado)

Isabel García García  
(Consejo Escolar del Estado)

Antonio Frías del Val  
(Consejo Escolar del Estado)

Juan Ramón Villar Fuentes  
(Consejo Escolar del Estado)

Juan Luis Cordero Ceballos  
(Consejo Escolar del Estado)

### Consejo Asesor

Antonio Bolívar  
(Universidad de Granada)

Carmen Caffarel  
(Instituto Cervantes)

Rosa M<sup>a</sup> Capel  
(Universidad Complutense de Madrid)

Elena Martín  
(Universidad Autónoma de Madrid)

José M<sup>a</sup> Merino  
(Académico)

Beatriz Pont  
(OCDE)

Alejandro Tiana  
(OEI/UNED)

ISSN 1886-5097

NIPO 030-12-002-2

[ntic.educacion.es/cee/revista](http://ntic.educacion.es/cee/revista)

[participacioneduca@mecd.es](mailto:participacioneduca@mecd.es)



## PRESENTACIÓN

Francisco López Rupérez **3**

## PRÓLOGO

Juan Lerma Gómez **5**

## EL DIÁLOGO ENTRE NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN

*Neurociencia y Educación.* José Antonio Marina **7**

*Claves neurocientíficas de la enseñanza y el aprendizaje.* Ignacio Morgado Bernal **15**

*Lectura y dislexia: un viaje desde la Neurociencia a la Educación.* Manuel Carreiras **19**

## ENTREVISTA

*Entrevista al profesor D. Joaquín Fuster.* Francisco López Rupérez **29**

## INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS

*Neurociencia cognitiva del desarrollo: el periodo pre-escolar.* Núria Sebastián Gallés **33**

*Influencia del estrés sobre las capacidades cognitivas.* Carmen Sandi **39**

*Mejora de la atención y de áreas cerebrales asociadas en niños de edad escolar a través de un programa neurocognitivo.* Carlos Llorente, Javier Oca, Almudena Solana y Tomás Ortiz **47**

*Neurobiología del Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) y su implicación en Educación.* Javier Quintero e Isabel Miernau **61**

*Redes de percepción-acción en trastornos de aprendizaje.* Jorge Muñoz Ruata **75**

*Santiago Ramón y Cajal y la Instrucción Pública.* Pere Brunso Ayats **87**

## EXPERIENCIAS EDUCATIVAS

*Cómo enseñar Neurociencia a profanos.* Carmen Cavada **89**

*La Neurociencia en la formación inicial de educadores: una experiencia innovadora.* M<sup>a</sup> Pilar Martín Lobo **93**

## LIBROS

Resenciones

*La inteligencia ejecutiva* (José Antonio Marina). Eduardo López López **103**

*Cómo aprende el cerebro. Las claves para la educación* (Sarah-Jayne Blakemore y Uta Frith). Luis Miguel García Moreno **106**

Reseñas **108**

## Entrevista de D. Francisco López Rupérez al profesor D. Joaquín Fuster



*El Profesor D. Joaquín Fuster, investigador del “Semel Institute for Neuroscience & Human Behavior” de la UCLA (Universidad de California. Los Ángeles), es uno de los grandes entre los grandes dentro de la comunidad científica internacional que trabaja en Neurociencia. Su impresionante curriculum profesional ([www.joaquinfuster.com](http://www.joaquinfuster.com)) es imposible resumir sin perder en el proceso algo interesante. El hecho de que sus contribuciones fundamentales a la investigación sobre el cerebro se agrupen en torno a la Neurociencia cognitiva y a la naturaleza y dinámica de las memorias, hace de*

*su amable aportación a este número monográfico de la revista-web Participación educativa un privilegio –que le reconocemos muy sinceramente- y una oportunidad para, en el contexto español, avanzar en ese diálogo necesario entre Neurociencia y Educación.*

**Francisco López Rupérez (F.L.R.)** — Particularmente en esta última década, la divulgación de la importancia del factor emocional se ha extendido hasta alcanzar a la Educación. La emoción influye sobre los aprendizajes; pero, ¿qué sabemos de la influencia de la cognición sobre la emoción en cuanto a la efectividad del proceso de aprender?

**Joaquín Fuster (J.F.)** — El rendimiento cognitivo de un estudiante, con todas sus consecuencias académicas y sociales, tiene una influencia decisiva sobre la estabilidad emocional de aquel estudiante, su auto-estima y su confianza en el futuro, en la escuela y en la sociedad. El éxito aumenta y perpetúa el éxito, y el fracaso aumenta y perpetúa el fracaso. El primero, es un círculo “virtuoso”, el segundo un círculo vicioso. Aquí hay que recalcar la intercambiabilidad de los factores influyentes a través de maestros y materias, un hecho ampliamente constatado que pone de manifiesto la importancia de los factores emocionales. El niño que descubre su habilidad en la aritmética, por ejemplo, especialmente si ésta es excepcional, y recibe la debida recompensa por ello, probablemente será bueno también con la historia y las ciencias, aunque uno suele oír decir que al niño “se le da bien una cosa y no la otra”, y un maestro sí y el otro no. Lo mismo puede decirse *mutatis mutandis* con respecto al fracaso escolar, el cual, con respecto al estudiante, fácilmente se propaga entre asignaturas y entre maestros. Claro está, hay diferencias entre alumnos, entre maestros, y entre materias y el esfuerzo que éstas requieren. Pero aquí sólo trato de exponer los principios generales de interacción entre factores cognitivos y emocionales en la educación.

La base neurobiológica de estas interacciones está en lo que yo llamo el “ciclo percepción-acción”, el cual no es otra cosa que la “tele-encefalización” en la corteza cerebral de la relación circular del organismo con su medio externo, relación que ya existe en el cerebro interno (límbico) de animales inferiores. A su nivel más bajo es el substrato de la homeostasis, a saber, el equilibrio auto-regulado entre el medio interno y el medio externo. La importante diferencia es que en el hombre, el medio interno cortical —la corteza cerebral asociativa— contiene internalizado en forma de memoria una buena parte del medio externo. “Yo soy yo y mi circunstancia”, nos decía Ortega. Por “circunstancia” él justamente entendía toda la experiencia que llevamos adquirida dentro de nuestro cerebro desde que nacemos: todas nuestras memorias, todo lo que hemos aprendido en el curso de la vida, nuestras costumbres, tradiciones, y la ética social y personal; en resumidas cuentas, nuestra “cultura” en sentido amplio. Esa “cultura” está groseramente dividida en dos sectores de la corteza. La experiencia vital adquirida por medio de los órganos de los sentidos está mayormente distribuida en un entramado de redes neuronales de corteza asociativa posterior (memoria perceptual); por otra parte, la memoria del que-hacer, la memoria ejecutiva, lo está en redes de la corteza asociativa frontal, también llamada corteza prefrontal.

Ahora bien, en la dinámica del proceso educativo, como en el diálogo hablado, el ciclo percepción/acción literalmente circula a través del medio externo, o del interlocutor, y de la corteza asociativa perceptual, con su memoria adquirida, donde la información externa se procesa en función de “lo que ya se sabe”. El resultado de este proceso “informa” a la corteza frontal, la cual, en función de lo que “sabe” del quehacer, ejecuta acciones sobre el medio ambiente, o sobre el interlocutor, las cuales acciones ejercen cambios ambientales, o expresiones del interlocutor, los cuales generan nuevos impulsos sensoriales y nueva información que se procesará en la corteza para producir nuevos cambios ambientales, etcétera. Y así el ciclo continúa entre persona y ambiente hasta que aquella alcanza su objetivo, bien sea éste un objetivo biológico como es la satisfacción de una función vital, el acuerdo intelectual con el dialogante, o el aprendizaje de una tarea nueva.

En el proceso educativo, el ciclo percepción/acción del discípulo pasa por el educador, y el del educador por el discípulo. Los dos están engarzados, mutuamente estimulados uno por el otro, en una misión conjunta con un objetivo común, que es el aprendizaje del discípulo. En una clase de muchos alumnos, los ciclos son otros tantos, cada uno de ellos pasando por el educador.

Cada ciclo cognitivo individual, sin embargo, circula por el cerebro en paralelo con otro, también individual, de carácter emocional. Este involucra no sólo la corteza sino también las estructuras del sistema límbico del interior del cerebro (incluidos el hipotálamo, la amígdala, el tálamo anterior y la corteza orbitaria). El ciclo emocional pasa por estadios semejantes a los del ciclo cognitivo, e interactúa con el mismo en varios lugares del cerebro. Las influencias entre los dos pueden ser de refuerzo mutuo beneficioso, como es el caso del educando recompensado por su tarea bien hecha. Pero también pueden ser adversas e incluso destructivas, como es el caso del estudiante frustrado que fracasa en su esfuerzo y cae en una fobia o ansiedad desmesurada ante una asignatura concreta o un educador determinado. Ambos, maestro y discípulo, pueden caer así juntos en un círculo vicioso de antagonismo y fracaso, donde las reacciones emocionales de ambos interfieren severamente con el aprendizaje.

Cuando las cosas van bien, el educador juega un papel esencialmente positivo en el ciclo cognitivo y emocional del escolar. Es más, el cognitivo se hace imprescindible para el progreso del emocional, y viceversa. Ciertamente es debido al funcionamiento positivo del ciclo emocional que el ciclo cognitivo puede progresar con éxito. No hay sustituto eficaz para los signos de aprobación y de aliento, como tampoco los hay para la corrección juiciosa a su tiempo. Aquí no quiero quitar importancia al uso de la informática y los ordenadores como instrumentos educativos. Algunos de ellos, sobre todo los que ponen énfasis en la “educación natural” progresiva, con sus dispositivos programados de “feedback” positivo, son extraordinariamente útiles. En última instancia, sin embargo, la participación humana del maestro o la maestra es imprescindible. ¿Por qué? Porque solo ellos, entrando a tiempo en el ciclo del alumno, pueden proporcionar el ajuste y atención continuos a la tarea del mismo, por medio naturalmente de la intervención oportuna y del apoyo emocional que tan importantes son para el progreso del alumno.

**F.L.R.** – Una de las claves del éxito escolar, según la opinión de los prácticos de la enseñanza y la evidencia empírica generada por la investigación educativa, consiste —particularmente en los entornos sociales desfavorecidos— en combinar exigencia y altas expectativas, apoyo personal y afecto. ¿Disponemos de evidencias neurocientíficas que nos aproximen a una comprensión fundamental de este hecho?

**J.F.** — Con respecto a estas cuestiones, ya me he pronunciado en mi respuesta anterior. Sin embargo, usted hace referencia tangencial a un hecho de importancia cardinal que creo requiere alguna aclaración de mi parte. La educación del niño es tanto la responsabilidad de la escuela como lo es, si cabe más todavía, de la familia. Esto se ha dicho repetidamente en muchas ocasiones. Es claramente un truismo, pero también, ¡cuántas veces se ha tratado de reducir a cifras y presupuestos la solución de lo que no es un problema económico sino social! El ciclo percepción/acción del aprendizaje empieza a funcionar en casa, mucho antes de que el niño entre en la escuela. Y es en casa donde se forman las redes corticales de memoria filética más elementales de convivencia social, como son la confianza en el prójimo y el sentido de afiliación, ambos de gran trascendencia en el proceso educativo. Desgraciadamente, la escuela llega casi siempre tarde para poder inculcar esos principios en el niño de familia rota, donde no hay más que desconfianza y soledad. Es espectáculo patético el que ofrecen algunas reuniones de padres y educadores, donde los padres de los niños más problemáticos brillan



por su ausencia y donde alguno de ellos aparece sólo para achacar a la escuela problemas que tienen su origen en un hogar enfermo. Ahí, más dinero y mejores maestros no sirven de nada, porque el problema no es la educación del niño sino la educación de la sociedad. De todas maneras, qué duda cabe, no hay educación eficaz sin una combinación cognitiva y emocionalmente inteligente de amor y disciplina por parte de todos, en la familia y en la escuela. El amor, solo, crea niños tontos y mimados. La disciplina, sola, crea delincuentes.

**F.L.R.** — En el contexto de una crisis económica y social feroz y de unos resultados mediocres de nuestro sistema educativo, los medios informativos españoles han revalorizado el papel, en los alumnos, del esfuerzo y de la perseverancia. ¿Pueden los avances producidos sobre los mecanismos de construcción de la memoria a largo plazo ayudarnos a comprender por qué el esfuerzo individual, la atención y la perseverancia resultan ineludibles para un aprendizaje intelectual efectivo? ¿Podrían tener dichos avances implicaciones sobre la manera de organizar la enseñanza, en cuanto al tiempo de dedicación a las materias o a los procedimientos pedagógicos?

**J.F.** — Con perdón, su pregunta me recuerda una *matruschka*, una de esas muñecas rusas encapsulantes y encapsuladas, con una muñeca dentro de la otra, y otra dentro de aquella..., y otra... Empecemos con la grande, ¡vaya muñeca!, que es el contexto de “crisis económica y social feroz” de que usted habla... A mi modo de ver, su asociación “económica-social” bajo el mismo adjetivo es exacta. No se puede separar bien una cosa de la otra. Mucha miseria económica y desempleo se deben, en buena parte y en última instancia, a la falta de valores fundamentales, como son la ética del trabajo, el ahorro, y la confianza en uno mismo y en los demás. Parte del problema son muchos “derechos” y pocas responsabilidades. Los políticos y los demagogos se aprovechan de estas circunstancias para promocionar engaños colectivos, como son el independentismo regional y el espejismo de que un “estado de bienestar” Keynesiano, todavía más grande que el actual, nos llevará a la prosperidad. Esta última idea está fracasando rotundamente en la civilización occidental, cada vez más sumergida en la deuda a pesar de los “estimulos” de los gobiernos. Es curioso que el “estado de bienestar” solo parece funcionar en el país que inventó la seguridad social (con Bismarck). El motivo es que ese país conserva la ética del trabajo en su cultura y vive dentro de sus medios. Además tiene —¡por el momento!— una política laboral sana: participación del empleado en el consejo de administración y en las ganancias de la empresa. En estas condiciones, los sindicatos, el litigio laboral y la huelga se hacen obsoletos, innecesarios. Supongo que los datos de la educación del niño alemán respaldan mi conjetura, cuanto menos en lo que respecta a la ética del trabajo y a lo que usted llama “los valores del esfuerzo y la perseverancia”. Estos nacen en casa, y no en los medios informativos. Y lo que mejor funciona en casa es la armonía familiar y el buen ejemplo. Los “sermones” paternos o maternos no sirven para nada.

Efectivamente, los avances de la neurociencia ponen de manifiesto cada vez más la importancia de la atención y de la perseverancia para la consolidación de la memoria a largo plazo. Como también ponen de manifiesto la importancia del equilibrio emocional y del ambiente afectivo para que el aprendizaje intelectual sea eficaz. En líneas generales, sin embargo, el conocimiento neurocientífico nos lleva simplemente a la confirmación de lo que ya sabíamos: El ambiente social del niño, que la familia establece para empezar, es el crisol imprescindible en el cual, con la intervención de la escuela, el aprendizaje intelectual del niño da su fruto. El perfeccionamiento racional de los protocolos de dedicación a las distintas materias y de los procedimientos pedagógicos son elementos necesarios pero no suficientes para el éxito escolar.

Y aquí añadiría yo dos elementos que también la neurociencia nos dice son imprescindibles para el aprendizaje cognitivo: educación física e higiene alimenticia. Es simplemente escandaloso el observar como en muchas escuelas elementales y secundarias de occidente, el curriculum cognitivo desplaza el deporte y la gimnasia. ¿Es que las autoridades docentes no saben que sin el ejercicio físico en paralelo el cerebro no puede absorber el conocimiento? Aquí la neurociencia cognitiva se pronuncia claramente: el niño que aprende necesita no solo recreo sino también ejercicio físico. Curiosamente, la misma ciencia parece indicar que el ejercicio físico ayuda el recordar del anciano que se olvida de las cosas.

Lo mismo puede decirse, en el niño y en el adulto, con respecto a la alimentación. Las neuronas no funcionan bien ni desarrollan sus contactos sin una dieta equilibrada. Ésta ha de contener las proporciones idóneas de proteínas, grasas e hidratos de carbono, con los suplementos adecuados de vitaminas y minerales. Los excesos, especialmente de grasas y carbohidratos, llevan al desastre: mal desarrollo, mal aprendizaje,

malas relaciones sociales, y una caterva de posibles enfermedades, entre ellas la obesidad, la arteriosclerosis y la diabetes. Pero concretamente, para nuestro alumno, aquellos excesos llevan a la formación y funcionamiento deficientes de las redes corticales de la memoria y el conocimiento.

**F.L.R.** — Los que reflexionamos de modo sistemático acerca de las políticas educativas no podemos eludir nuestra preocupación y nuestra responsabilidad sobre su grado de acierto. ¿Puede considerarse la plasticidad cerebral un recurso natural suficiente para atemperar el impacto individual y social de las políticas erróneas?

**J.F.** — Lo mismo puedo decir de la plasticidad cerebral que he dicho acerca de los protocolos didácticos: necesaria pero no suficiente. Sin embargo puedo recalcar aquí algo que es ya casi de conocimiento común. Se trata de la formación de los contactos entre neuronas, de la que hablaba Cajal en su teoría sobre la memoria, la cual está hoy día ampliamente corroborada por la neurociencia cognitiva. Hoy sabemos que tales contactos son la base de la estructuración de la memoria a largo plazo en las redes de la corteza asociativa, las cuales sustentan no sólo la memoria sino también todas las demás funciones cognitivas, redes a las que yo llamo *cógnitos*. Los *cógnitos*, o redes cognitivas de la corteza, son el sustrato fundamental del paradigma reticular de la memoria cortical. Esos *cógnitos* están organizados de modo jerárquico, un poco también “a la *matruschka*”, con las ideas generales, abstractas, por encima de, y conteniendo, las más concretas. Por esto las conexiones lógicas son más estables y más útiles que las “mnemónicas”. Estas últimas se basan generalmente en relaciones superficiales (v. g., fonéticas). Las relaciones lógicas son de mayor utilidad en la cognición y en el lenguaje, por lo cual es más importante razonar con el niño que enseñarle trucos mnemónicos.

El razonamiento se basa en el lenguaje, el cual, como todas las funciones cognitivas, está jerárquicamente organizado. A nivel más bajo están la comunicación más elemental, emocional, incluso onomatopéyica, y la gramática universal filética (chomskiana), la cual no es otra cosa que un caso particular de la “sintaxis de la acción” en general. Por encima de ellas están las categorías semánticas al servicio de todas las funciones cognitivas, incluida la adquisición de memoria y conocimiento. Son éstas las que tiene que formar y movilizar la escuela en la corteza cerebral del niño.

**F.L.R.** — Desde su atalaya internacional privilegiada ¿cómo ve el presente y el futuro del diálogo entre Neurociencia y Educación?

**J.F.** — Aquí no hay ni atalaya ni privilegio alguno, sino sentido común y la experiencia de un investigador que durante casi medio siglo se ha dedicado a explorar las redes cognitivas de la corteza cerebral y la influencia sobre ellas de factores metabólicos, ambientales y sociales. Mi actitud con respecto al futuro del que usted habla, del diálogo entre Neurociencia y Educación, es francamente optimista. Sin embargo, aquí se trata de un proceso racional lento de concienciación colectiva —aunque no necesariamente consciente— de inducción y de deducción, que son el “diástole” y el “sístole” esenciales de todas las ciencias. Se trata de comprender que el organismo humano es un sistema adaptativo complejo, donde las variables se relacionan entre sí a todos los niveles. Se trata de que el neurocientífico comprenda bien, con todas sus implicaciones, que el código del conocimiento que tratamos de inculcar en el niño es fundamentalmente un código relacional, donde las cosas se definen por relaciones entre neuronas, entre redes, entre sensaciones, entre actos, entre climas emotivos y entre seres humanos y sus “circunstancias” respectivas. Los avances de la neurociencia a sus niveles más básicos son sólo aplicables a la educación en función de aquellas relaciones. Pretender reducir la educación a mecanismos biofísicos elementales es como pretender entender lo que dice la carta estudiando la composición química de la tinta.