

# Teorías del sistema cerebro/mente: implicaciones psicoeducativas

Theories about brain/mind system: psychoeducational implications

Egidio Lopera Echeverri\*

**Recibido:** 5 de septiembre del 2010 **Aprobado:** 28 de octubre del 2010

## RESUMEN

La revisión del avance público de la investigación sobre las teorías vigentes que explican la interacción del sistema cerebro/mente amplía la comprensión del proceso de aprendizaje-enseñanza fundamentado en el significado compartido. El objeto de estudio de la psicología de la educación, campo teórico y aplicado de la convergencia transdisciplinaria de la psicología cognitiva y de las ciencias de la educación, es la conceptualización de la escuela como ecosistema de relaciones interpersonales construidas durante el acto pedagógico; éste es entendido como mediación didáctica que facilita, a través del pluralismo de los métodos, la relación de los conocimientos previos del alumno y la construcción de nuevas explicaciones de la realidad. La escuela es una fuente de significados culturales, de procesos, socialización y de sentido de las tareas del aprendizaje-enseñanza, refrendadas por la familia y la sociedad. En este escenario interactivo, entramado de vínculos, actividad y comunicación, se construye el desarrollo integral del alumno, es decir, su personalidad como conjunto unitario y articulado de conocimiento, actitudes, afectos, motivos e intereses. Mediante el proceso de búsqueda de sentido y de reconocimiento social, los estudiantes, a través de sus grupos de trabajo, logran crear vínculos de aceptación y afecto con otras personas,

## ABSTRACT

Review of research's public progress about current theories explaining brain/mind system interaction, expands understanding of learning-teaching process based on shared meaning. Educational Psychology's study object, theoretical and applied field of transdisciplinary convergence from Cognitive Psychology and Educational Sciences, is the school's conceptualization as an interpersonal relationships ecosystem, constructed throughout the pedagogical act, understood like a didactic mediation that facilitates through plurality of methods the relation between student's previous knowledge, and the construction of new explanations about reality. In this interactive scene, where a complex framework of activity and communication the integral development of the student and also his personality as a unitary and articulated set of knowledge, attitudes, emotions, motives and interests is constructed. Through the process of finding meaning and social recognition, students, through their working groups, succeed creating acceptance and affection links

• Cómo citar este artículo: Lopera Echeverri, E. (2010), "Teorías del sistema cerebro/mente: implicaciones psicoeducativas", en *Revista Pensando Psicología*, vol. 6, núm. 11, pp. 143-156.

\* Licenciado en Educación. Magíster en Psicología Educativa. Doctor en Rehabilitación Psicológica y Educación Especial. Investigador. Docente y asesor investigativo de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Medellín.  
Correo electrónico: egidiolopera@une.net.co

lo cual promueve su autoconcepto y autoestima para proyectarse social y moralmente.

**Palabras claves:** acto pedagógico, mediación didáctica, proceso de aprendizaje-enseñanza, psicología cognitiva, psicología de la educación, sistema cerebro/mente.

## Introducción

Entender cómo trabaja el sistema cerebro/mente cuando evocamos recuerdos de la infancia, resolvemos problemas cotidianos, razonamos acerca del presente y futuro del ser humano adormecido por la mundialización del consumo, las revoluciones informáticas y robóticas, entre otros, es un ejemplo del objeto de estudio de la ciencia cognitiva o de la mente como síntesis transdisciplinaria de la informática, la lingüística, la inteligencia artificial, la antropología, la filosofía de la ciencia y las neurociencias.

El conductista que niega la existencia de procesos mentales internos y hace énfasis en el comportamiento humano desencadenado por el automatismo “respuesta operante-consecuencia reforzada” fue una de las causas principales del surgimiento de un nuevo paradigma en 1970. La ciencia cognitiva es una alternativa teórico-procedimental para investigar la actividad humana, determinada parcialmente en sus representaciones y procesos por el funcionamiento integrado del sistema cerebro/mente a través de billones de neuronas que modulan constantemente su comunicación sináptica, de acuerdo con la complejidad de las tareas y actividades de los seres humanos –teoría de la caja transparente–.

Usted se preguntará, ¿por qué son necesarias tantas ciencias para explicar los productos de la actividad cerebro/mente?

Para responder a esta pregunta, Ruiz-Vargas (2002, pp. 12-39) conceptúa que la complejidad del funcionamiento cerebro/mente necesita un horizonte panorámico amplio de análisis, teorías y métodos. Tres nuevas líneas de investigación tienen un origen común en el paradigma de la ciencia cognitiva: la

with other people, which promotes their self-concept and self-esteem to project them socially and morally.

**Keywords:** pedagogical act, didactic mediation, learning-teaching process, cognitive psychology, educational psychology, brain/mind system.

neurociencia cognitiva o análisis empírico de la relación cerebro-mente/sistema nervioso; la neuropsicología cognitiva humana, estudio de los procesos cognitivos y sus alteraciones causadas por lesiones cerebrales; la psicología cognitiva o explicación de los sistemas humanos de registro, codificación, decodificación, interpretación y aplicación creativa de la información. La supervivencia epistemológica de estos tres enfoques depende de su engarce neurológico –principio de plausibilidad biológica– y social –principio de plausibilidad cultural– para explicar la actividad humana como un producto emergente del dinamismo interno cerebro/mente en un contexto determinado.

Una relación de conocimiento engendra un sujeto y un objeto, un proceso de transferencia de operaciones del primero al segundo, una consecuencia u objetivación, una focalización racional y una producción conceptual en red o matriz epistemológica (Marino, 2007, pp. 9-10). En esta dirección, se debe entender que una de las actividades primordiales del sistema cerebro/mente es el procesamiento de la información. Solamente podemos ser sujetos proactivos de conocimiento en función de lo que podemos y queremos procesar, organizar y comprender lógicamente; a partir de este sujeto motivado por el saber, la psicología de la educación construye el individuo del aprendizaje, como una persona que aprende no solamente a pensar y gestionar información, sino también a convivir con ética y valores ciudadanos.

El objeto de estudio de la psicología cognitiva, en sentido estricto, es la investigación sobre el funcionamiento de la mente humana y los procesos cognitivos básicos y superiores,

transversalizados por nuestros afectos y emociones.

La psicología de la educación retoma los conocimientos de la psicología cognitiva y de las ciencias de la educación para elaborar una nueva forma de pensar y de enfocar el sistema cerebro/mente en el contexto escolar como escenario de construcción de conocimientos, valores, virtudes y actitudes mediados por los procesos de aprendizaje-enseñanza.

Este artículo, con sus limitaciones y provisionalidad, plantea la posibilidad de tender un puente —la psicología de la educación— entre la psicología cognitiva y las ciencias de la educación.

En una primera parte abordaré algunos mitos y nuevos descubrimientos sobre nuestro hábil cerebro que hace posible la mente. La segunda parte, encadenada lógicamente a la primera, explica las teorías de la mente y su red de componentes dinámicos que potencian nuestras posibilidades de aprender. La tercera parte, derivada de las dos anteriores, versa sobre los presupuestos teórico-metodológicos de la psicología de la educación, orientados a explicar la escuela como ecosistema de relaciones interpersonales que gestiona el acto pedagógico o mediación didáctica y los procesos de aprendizaje-enseñanza. Finalmente, la recapitulación del análisis antecedente es una invitación para continuar una línea de investigación en psicología de la educación, relacionada con la interacción entre cognición, aprendizaje y emociones.

### **Neuromitologías y avances de la investigación del funcionamiento del sistema cerebro/mente (primera parte)**

Mientras usted disfruta de la vida ¿ha pensado en la estructura más compleja y maravillosa del universo que hace posible sus pensamientos, la inconciencia/preconciencia-conciencia de sus emociones, su productividad creativa, las relaciones gratificantes y dialécticas con las

personas de su entorno familiar, social, laboral, entre otras?

El cerebro humano viviente es una red de aproximadamente cien mil millones de neuronas, cada una unida con otras células nerviosas por diez mil contactos discontinuos, lo que supone una cifra del orden de  $10^{15}$  contactos, y un número de combinaciones y sinapsis sólo comparable con la cantidad de partículas cargadas positivamente en el universo (Changeux y Ricœur, 1999, p. 78; Güell, 2006, p. 8).

Cuando usted ejercita la mente y se concentra en la realización de sus tareas cotidianas y proyectos, cerca de  $10^{11}$  interneuronas se conectan con  $10^6$  neuronas motoras que a su vez se comunican con  $10^7$  neuronas sensoriales (Varela, 2003, p. 79).

La neurociencia de la primera década de este milenio adquiere matices inéditos porque, aunque continúan los debates, ha cuestionado inamovibles certezas sobre el funcionamiento cerebral: 1) la neurogénesis; 2) la autodestrucción neuronal; 3) la inviolabilidad de la barrera hematoencefálica; 4) la existencia de zonas cerebrales silenciosas; 5) la simultaneidad de destrezas mentales en una persona, provenientes de ambos hemisferios; 6) los efectos diferentes a los de la relajación, a causa de la ampliación de ondas alfa.

Frente a la inmutabilidad de los circuitos nerviosos y la imposibilidad de la neurogénesis, existen datos concluyentes de neoformaciones de células nerviosas en el cerebro adulto, principalmente en el bulbo olfatorio y en el giro dentado del hipocampo, relacionado con el aprendizaje y la memoria (Berninger y Götz, 2010, pp. 10-15).

También es relativamente nuevo el descubrimiento del desarrollo, durante la adolescencia, de la corteza frontal, la región planificadora y ejecutiva del cerebro.

Hace algunos años se descubrió que, ante un desabastecimiento de nutrientes, los tejidos corporales destruían masa muscular para mantener la homeostasis. El autocanibalismo neuronal, recientemente reportado por

Brannan (2010, p. 5), confirma el mismo fenómeno en el cerebro de género masculino, sometido a dietas y ayunos prolongados.

Se afirma que el cerebro y la médula espinal están blindados, aislados y protegidos de microorganismos patógenos por la barrera hematoencefálica. Una excepción en este caso son los resultados de las investigaciones de Rostene y Parsadaniantz (2010, p. 73): 20% a 30% de las personas con VIH-1 sufre demencias o trastornos motores y cognitivos.

Las investigaciones neurocientíficas actuales contradicen otros tres mitos: 1) la inactividad de la corteza asociativa; 2) la subutilización del cerebro humano, es decir, la existencia de un potencial neuronal ilimitado de reservas sin explotar; 3) la falsa dicotomía que se refiere a las personas con dominancia cerebral izquierda como analíticas, lógicas, con habilidades verbales y matemáticas mientras que las personas con dominancia cerebral derecha son creativas y poseen habilidades musicales y visoespeciales. Lilienfeld y Arkowitz (2009, pp. 54-55) han demostrado todo lo contrario: 1) el neurodinamismo permanente de la corteza asociativa para conectar redes funcionales en los distintos circuitos cerebrales comprometidos con la percepción, el pensamiento y las emociones; 2) la actividad continua e intersistémica de todas las regiones cerebrales durante la actividad de las personas; 3) las secuelas —afasias, amnesias, apraxias, agnosias, trastornos del esquema corporal— a causa de una lesión en áreas específicas del cerebro; 4) la confluencia de la actividad interhemisférica en la determinación de las habilidades talentosas de una persona.

Las investigaciones neurológicas sugieren que en la percepción, por ejemplo, de un libro, el hemisferio derecho es activado por las dimensiones espaciales y el hemisferio izquierdo por los contenidos léxicos y lingüísticos, luego éstas formas de codificación asimétrica confluyen en un acto interhemisférico sincronizado y unificado que nos permite concluir: éste es un libro de psicología de la educación.

Por lo tanto, no sería extraño que por esta interacción recíproca de los dos hemisferios alguien pueda ser simultáneamente hábil para la psicología y la pintura, obviamente, no automáticamente por declaración de las neurociencias, sino por el esfuerzo continuado de formación y el ejercicio disciplinado y gratificante.

En los estudios de electroencefalografía (EEG), las formaciones de ondas EEG se correlacionan con modalidades particulares de conciencia o patologías cerebrales. Las ondas alfa son ondas EEG corticales de alta frecuencia y amplitud de ocho a trece ciclos por segundo, las cuales se producen cuando estamos despiertos y completamente relajados. El hallazgo, a través de técnicas de biorretroalimentación, de elevados niveles de ondas alfa en niños con trastorno por deficiencia de atención e hiperactividad (TDAH) contradice la teoría generalizada según la cual la amplificación de dichas ondas incrementa la conciencia y la relajación (Lilienfeld y Arkowitz, 2009, p. 55).

Además de los anteriores hallazgos, polémicos porque contradicen creencias y dogmas arraigados, la neurociencia cognitiva avanza actualmente en la confirmación empírica de hipótesis que podrían conducir a fascinantes hallazgos sobre la relación entre el sistema cerebro/mente con: 1) la música y el movimiento; 2) la cognición nocturna; 3) el buen estado de ánimo; 4) la actividad mental durante el sueño; 5) la renovación de experiencias; 6) el aprendizaje a partir de los errores; 7) los conocimientos previos.

La música y el movimiento rítmico aeróbico generan en el cerebro señales electromagnéticas “beta” que motivan la concentración mental y liberan sustancias opiáceas que producen euforia y sensaciones placenteras (Andrews, 2010, p. 6).

Los descubrimientos de Stickgold y Ellenbogen (2010, pp. 56-63) resucitan la desacreditada hipnopedagogía de los años setenta. En este sentido acuñan el concepto de “cognición

nocturna” para dar a entender que durante el sueño MOR —fase en los humanos cada 90 minutos, acompañada de movimientos oculares rápidos y de imágenes oníricas— el sistema cerebro/mente reactiva patrones y huellas mnémicas de actividad nerviosa impactada significativamente por los datos procesados durante el día. Esta recreación neuronal nocturna protegería la información registrada de interferencias concurrentes y facilitaría la recuperación y evocación de recuerdos cuando la persona se despierta.

Si los procesos cognitivos son deliberados en un alto porcentaje, la denominada “cognición nocturna” es un contraejemplo que necesita ser refrendado por un mayor número de investigaciones.

Otro hallazgo de efecto indirecto sobre la actividad cerebro/mente y el bienestar del ser humano está relacionado con los acaecimientos neurofisiológicos durante el sueño reportados por Frank (2010, p. 5): existe conexión entre el número de horas de sueño nocturno y el peso corporal. Las deficiencias de sueño producen alta concentración de la hormona grelina que provoca el apetito, y baja concentración de la hormona leptina que controla la sensación de saciedad. Este desequilibrio hormonal produce un apetito intenso y ganancia de peso en quienes padecen de insomnio. Además, la falta de sueño incrementa los niveles de cortisol, hormona del estrés que acentúa la compulsión por alimentos calmanes. Hay pruebas a favor del incremento de las defensas inmunitarias y de la disminución de la concentración sanguínea de cortisol en las personas de buen humor (Ayan, 2009, p. 45).

La red funcional de sinapsis, proceso de transferencia de la información entre las neuronas, experimenta mutaciones continuas y es modulada permanentemente en función de la experiencia vivida, los aprendizajes y la cultura. Esta versatilidad —plasticidad— neuronal, en funcionamiento durante todo el ciclo vital, determina de manera significativa, aunque no con la misma intensidad que las

interacciones sociales de la persona, la relación con el entorno y nuestra singular identidad o realidad interna que puede ser tanto consciente, traducida en recuerdos evocables, como inconsciente, expresada en amnesias de acontecimientos e inscripciones del deseo imposibles de evocar (Ansermet y Magistretti, 2006, pp. 11-17, 19-26).

La vivencia de una situación nueva activa intensamente los “detectores cerebrales de novedades”. El hipocampo, las regiones del mesencéfalo —sustancia nigra (SN)— y el área ventral tegmentaria (AVT) intervienen, conjuntamente con otras regiones del cerebro, en el descubrimiento, registro, elaboración, almacenamiento y evocación de las percepciones novedosas. El neurotransmisor dopamina facilita la comunicación entre las colonias de neuronas de estas zonas (Fenker y Schütze, 2009, pp. 66-69). Este descubrimiento tiene implicaciones en el aprendizaje. “Habitarse” es concentrar la atención durante un período; la intensidad de ésta declina si en el aula de clase se mantiene una rutina de explicación monótona y horizontal. “Deshabituar” a los estudiantes es introducir ejemplos, metáforas y analogías que producen variaciones en su motivación y en el foco atencional.

El cerebro humano tiene un complejo sistema de alerta y vigilancia. La corteza frontomedial posterior se activa no solamente cuando se ha cometido un error, sino también en situaciones de riesgo de acciones equivocadas. Esta región es intensamente proactiva en circunstancias conflictivas que implican identificar, corregir errores y aprender de ellos para ordenar y optimizar nuestra actividad futura; el neurotransmisor dopamina desempeña una importante función en este proceso (Ullsperger, 2009, pp. 70-74).

En el proceso de codificación cerebral de la información, nuestros conocimientos previos, teorías y aspectos emocionales se entrecruzan para determinar la calidad de percepciones y aprendizajes (Cudeiro, 2010, pp. 24-31). Cuando la persona combina la integración de

la nueva información con la reinterpretación de sus experiencias previas se produce el cambio conceptual.

No me es posible terminar esta primera parte sin compartir uno de los más sutiles descubrimientos y recientemente implementado procedimiento para mejorar la calidad de vida mental de las personas con patologías neuropsicológicas. Las neuronas se comunican entre sí a través de impulsos electroquímicos. Este principio aparentemente tan simple y al mismo tiempo tan complejo ha hecho realidad el uso de las técnicas de electricidad profunda para mitigar los temblores de las personas con enfermedad de Parkinson (Kringelbach y Aziz, 2010, p. 36).

¡Bienvenida la década de los marcapasos cerebrales y de los neuroimplantes con propósito humano!: la promoción de la salud en las personas con dolores crónicos, depresión profunda y alteraciones mentales obsesivo-compulsivas.

Estos descubrimientos sobre el funcionamiento del sistema cerebro/mente, relacionados con nuestra experiencia humana, conducen a delineamientos teóricos de la psicología cognitiva, comprometida con la explicación e interpretación de la mente como un constructo, tal y como se analiza a continuación.

### Conceptualización e interpretación de la mente como un producto emergente de la actividad del cerebro (segunda parte)

La mente es un constructo conceptualizado como un sistema vivo y funcional, que es: 1) de ensayo-error, constantemente activado en los organismos dotados de movimiento para procesar información, representar, modificar, transformar la realidad, crear e imaginar mundos posibles (Llinás, 2003, pp. 15-16); 2) polivirtual, preconsciente, inconsciente, preconsciente-consciente, intencional, automático, entre otros; 3) multimodal, porque se expresa en una variedad de procesos cognitivos básicos

y superiores, estados cognitivo-afectivos, productos cognitivos; 4) determinado en sus contenidos por el lenguaje, la interacción social, los valores ético-culturales y la educación; 5) pluridiverso, porque no solamente es un privilegio de los seres humanos, también se extiende a la máquinas pensantes, los sistemas inteligentes del universo, los microorganismos y los organismos de comportamiento social; 6) codificado genéticamente y redimensionado, especialmente en el ser humano, por sus opciones de libertad; 7) corporeizado, porque no es posible vivir y sobrevivir, disfrutar de conciencia, de libertad, de creatividad laboral y profesional sin base neuronal (Singer y Metzinger, 2003, pp. 6-10); 8) ideologizado y tergiversado por fundamentalismos religiosos e interpretaciones míticas y místicas que crean para la mente, al estilo medieval, ilusiones ultramundanas de supervivencia después de la muerte; también algunas prácticas supersticiosas asumen la mente como un duendecillo, un espíritu misteriosamente alojado en el cerebro; 9) vulnerable a la involución, y a las neurosis y psicosis.

La mente es interpretada por diversas corrientes filosóficas. Se ilustran brevemente a continuación algunos ejemplos por su contraposición: el dualismo cartesiano; el conductismo lógico; el materialismo de la identidad; el internismo intencional; el externismo intencional; el funcionalismo; la conjetura popperiana.

Según el enfoque del dualismo cartesiano, de lo único que no podemos dudar es de que estamos dudando. “Somos seres pensantes” y si pensamos es porque existimos; somos seres humanos con un entendimiento o mente incorpórea, “res cogitans”, que piensa, comprende, afirma, niega, se apasiona, imagina, siente, etc. El cuerpo, “res extensa”, se encarga de los movimientos. La posición cartesiana frente al conocimiento es racionalista y propone un dualismo epistemológico porque diferencia entre un sujeto pensante que conoce, y un objeto, sustancia extensa, que se deja conocer.

El individuo pensante sólo accede a una representación de los objetos y no obtiene un conocimiento completo del universo de lo extenso (Clavijo, 2006, pp. 44-46).

El conductismo lógico, teorizado por Rudolf Carnap, Gilbert Ryle y Ludwig Wittgenstein, se opone radicalmente a la concepción cartesiana de los estados mentales como objetos o episodios privados e independientes del mundo físico y de la conducta. Los procesos mentales tienen un significado públicamente compartido porque las proposiciones, giros y juegos lingüísticos que los expresan son verificables a través de la comunicación humana (Hierro-Pescador, 2005, pp. 48-62).

Los procesos mentales son propiedades de los estados neurofisiológicos, es decir, son idénticos a los procesos del sistema nervioso central. Una determinada propiedad mental, por ejemplo las experiencias del dolor o del amor, no se correlacionan simplemente con unas funciones neurofisiológicas concomitantes, se trata más bien de una equivalencia, y de una simbiosis. Ésta es la teoría del materialismo de la identidad, propuesta por U. T. Place, y J. J. Smart., según lo confirma Moya (2004, pp. 77-97, 151-159, 161-167).

El internismo intencional o mentalismo y el externismo intencional son dos polos teóricos opuestos. En el primer caso, el contenido de los estados mentales no es influenciado absolutamente por factores externos de orden físico o social; la mente es autónoma e íntimamente confidencial y de registro exclusivamente privado.

La contrapropuesta a la teoría anterior es el externismo intencional. Según éste, los contenidos proposicionales de los pensamientos de una persona dependen totalmente de su entorno sociocultural. Para describir metafóricamente el externismo, Moya cita la contundente expresión de J. A. Fodor: “Ni siquiera Dios podría decir, mirando únicamente dentro de tu cabeza, el contenido intencional de tus estados mentales” (2004, p. 161).

Una formulación más explícita del externismo intencional conceptualiza que en el cerebro no hay un ejecutivo central, sincronizador de los analizadores corticales de las regiones parietales, occipitales y temporales. Esta teoría ha desdibujado las fronteras entre un pensador aparentemente autónomo y su mundo. La imagen de la mente se parece a una agencia de cómputos internos que incluyen características del entorno para la comprensión y transformación de la realidad. La interacción compleja y las sinergias entre cerebro, mente, cuerpo y mundo explican el flujo del razonamiento, del pensamiento y la evolución en el tiempo de las ideas y actitudes (Clark, 1999, pp. 277-280).

Según el funcionalismo, la mente se parece al “software” de un ordenador que almacena un contenido de información, lo cual por analogía podría corresponder, por ejemplo, a una creencia del sujeto. Igualmente el cerebro se puede comparar con el “hardware” del ordenador, de tal manera que un estado electromagnético de algunos de los circuitos correspondería a un estado neuronal de la persona. El sistema cerebro/mente tiene vocación informática, es decir, recoge noticias del entorno, y procesa esa información de acuerdo con los programas instalados en el sistema por la evolución genética o los procesos de aprendizaje cultural y desarrollo; finalmente, esa información recreada y transformada es el mejor recurso mental y la materia prima del pensamiento humano (Lowe, 2000, pp. 47-50).

La conjetura popperiana explica que la mente humana y su actitud curiosa ante el mundo produce objetos culturales y teorías con poder explicativo de los hechos. Lo que define al ser humano concreto y relacionado con la sociedad es su falibilidad y su irrenunciable libertad de pensar y actuar para aproximarse a la verdad, refutando críticamente las opiniones, conjeturas e ideologías que pretenden imponerse como verdades. La persona

accede a un estado de plena conciencia a través del pensar articuladamente en forma de enunciados y argumentos (Popper, 1997, pp. 87-100).

Además de las anteriores teorías, el constructo “mente” genera controversias en cuanto a la identificación de la red de componentes que lo configuran, es decir: 1) el ámbito de la inteligencia y de las aptitudes, 2) los procesos inteligentes como un módulo mental y 3) las diferentes expresiones del sistema cognitivo humano.

De Juan-Espinosa (1997, pp. 19-31, 52-65) aclara que los términos “inteligencia y aptitudes” son conceptos inventados, construidos culturalmente, es decir, constructos que nos sirven para explicar los fenómenos que inferimos cuando observamos el comportamiento real de las personas. Las investigaciones sobre la relación entre mente, inteligencia y aptitudes tienen como objetivos: 1) identificar y explorar la estructura de la inteligencia y de las aptitudes como factores fuente de las diferencias que se observan en las personas cuando resuelven problemas; 2) explicar los correlatos biológicos, genéticos, ambientales o culturales de esas diferencias; 3) analizar las diferencias de género en inteligencia; 4) predecir desde la inteligencia, caracterizada como complejo funcional de aptitudes y potenciales, el rendimiento escolar y laboral, con instrumentos válidos y confiables.

En esta línea de análisis se puede afirmar que una persona es inteligente cuando tiene diversas aptitudes y modalidades de afrontar los problemas y lograr los objetivos vocacionales de su proyecto de vida, en consonancia con los requerimientos ambientales, socio-éticos y culturales.

Otros investigadores se refieren a los procesos inteligentes como un subconjunto del universo de la mente —la mente es el género y la inteligencia es una especie que pertenece al género mente—. Los procesos inteligentes denotan y connotan: varios contextos y dominios de actuación; la capacidad de adaptación

al ambiente; la aptitud para el aprendizaje; la rapidez del procesamiento mental; la habilidad para resolver problemas; y todos los tipos de explicación —deducciones, abducciones, inducciones— (Martínez, 2005, pp. 217-219).

Al enfoque de la inteligencia como categoría subordinada del constructo “mente” pertenece la teoría de la inteligencia creadora, explicada por Marina (2000, pp. 30-45) como: 1) capacidad de contrastar, proyectar, aprender a aprender en todo momento, no sólo de las fuentes de información sino de la vida misma, de las experiencias propias y ajenas, de los sentimientos y emociones; 2) conocimiento que actúa con un propósito para ennoblecer el significado de las cosas, superar la mediocridad, la rutina y la pereza; 3) la consecución de la propia felicidad y de la convivencia digna.

El sistema cognitivo humano incluye: 1) los estados cognitivo-afectivos o condiciones inconscientes o parcialmente conscientes, caracterizadas por un desarrollo, una dirección y unos efectos no controlables por la persona en la mayoría de los casos —la depresión, la fantasía, los actos fallidos, la euforia, el dolor, los celos, las diferentes formas de neurosis, entre otros—; 2) los procesos cognitivos básicos y superiores son eventos de secuencias deliberadas y operaciones con representaciones en un dominio específico de conocimiento de acuerdo con una duración y propósitos específicos, por ejemplo, la observación, comparación, ordenación, clasificación, representación, retención —evocación—, conceptualización, comprensión, interpretación, inferencia, explicación, toma de decisiones, solución de problemas, argumentación, pensamiento creativo, metacognición; y 3) los productos cognitivos o resultados derivados del ejercicio creativo y emprendedor de la mente, e.g. las artes, la ciencia, la tecnología (Lopera, 2003, pp. 10-22).

Finalmente, la teoría de la mente como proyecto educativo es un aporte reciente de Gardner (2005, pp. 19-21), quien describe cinco tipos de mente que debemos cultivar

ahora y en el futuro. Cada una de éstas es un objetivo educativo permanente de la persona: la mente disciplinada que debe dominar la ciencia, las matemáticas, la tecnología, la historia, el arte, la filosofía; la sintética, de carácter interdisciplinario o capacidad de resumir selectivamente con productividad y utilidad la gran cantidad de información que circula en la era de la globalización; la creativa, que trasciende la síntesis disciplinaria e interdisciplinaria para descubrir nuevos problemas y soluciones; la respetuosa, que aprende a convivir en sociedad; y la ética, relacionada con la honradez, la transparencia, la autenticidad y la práctica de los valores cívicos. Esta teoría de la educación de la mente es una conexión plausible con el objeto de estudio de la psicología de la educación que se analizará a continuación.

### **Implicaciones psicoeducativas (tercera parte)**

La anterior revisión sistemática del avance público de la información sobre las teorías vigentes de la psicología cognitiva y de la filosofía de la ciencia que explican el funcionamiento del sistema cerebro/mente nos conecta con una tercera interacción disciplinar: el campo profesional de conocimientos y prácticas pedagógicas de las ciencias de la educación. La triangulación epistemológica y el flujo de sinergias metodológicas entre estas disciplinas generan un objeto de estudio transdisciplinario y una nueva ciencia, la psicología de la educación, que investiga y conceptualiza el proceso de aprendizaje, la escuela como ecosistema de relaciones interpersonales y la mediación didáctica o acto pedagógico.

### **Caracterización del proceso de aprendizaje**

Aprender es renacer, dudar de las propias certezas y acceder al dominio de un saber o de una técnica a través del sistema de significaciones del lenguaje como herramienta fundamental de humanización, simbolización y comunicación humana (Álvarez, 2007, p. 231).

La calidad del aprendizaje depende del contexto. Explicar las dificultades del aprendizaje con énfasis en la enfermedad neurológica como la causa principal es una visión reduccionista a lo biológico porque las separa artificialmente de las relaciones familiares y sociales. Sin embargo, tampoco es posible afirmar que las relaciones ambientales puedan por sí mismas causar el aprendizaje (Castorina, 2007, pp. 26-32) porque no se puede desconocer, por ejemplo, que los antecedentes históricos de origen socioafectivo influyen positiva o negativamente en el desempeño y rendimiento escolar.

El aprendizaje de calidad, aclara, precisa, organiza los conocimientos previos y aprendizajes básicos, produce una ruptura con prejuicios anteriores y modifica el pensamiento del alumno.

Conectar el aprendizaje con las prácticas y experiencias cotidianas de los niños incrementa la atención y la motivación. La primera es un recurso cognitivo para codificar y procesar información relevante durante el proceso de aprendizaje (Nakache, 2007, p. 121; Tejedor, González y García, 2008, p. 124).

La motivación no es una condición anterior al aprendizaje, es decir, el aprendizaje debe anteceder a la motivación y no a la inversa. Aprender una ciencia o un arte conduce a la invención y a la creatividad, cuando la actividad que acompaña al proceso suscita nuevos intereses, informa acerca de nuestros triunfos y fracasos, y engendra otras energías y posibilidades. Las tareas escolares requieren un esfuerzo mental del alumno, vinculado a las estrategias utilizadas por el docente para abrir horizontes nuevos que estimulen la curiosidad y el placer como consecuencia de cada una de las fases de su realización (Meirieu, 2007, pp. 70-72).

Es una injusticia atribuir totalmente a la responsabilidad del alumno los efectos del aburrimiento, desinterés o ausencia de la clase, cuando la evaluación de procedimientos y logros de aprendizaje no generan vínculos

alternativos que motivan al estudiante (Aizencang y Maddoni, 2007, p. 126).

### **La escuela, ecosistema de relaciones interpersonales**

La escuela es una fuente de significados culturales, procesos de socialización y sentido de las tareas del aprendizaje-enseñanza, refrendadas por la familia y la sociedad. En este escenario social e interactivo, entramado de vínculos, actividad y comunicación, se construye el desarrollo integral del alumno, es decir, su personalidad como conjunto unitario y articulado de conocimiento, actitudes, afectos, motivos e intereses. Mediante el proceso de búsqueda de sentido y de reconocimiento social, los estudiantes, a través de sus grupos de trabajo, logran crear vínculos de aceptación y afecto con otras personas, lo cual promueve su autoconcepto y autoestima para proyectarse social y moralmente. La moralidad es la actuación personal autorregulada por los valores éticos y sociales de respeto y afecto hacia los demás (Ortega y Mora, 1996, pp. 5-13).

### **La mediación didáctica o acto pedagógico**

Es el compromiso del docente y de la institución con el significado socialmente compartido, el pluralismo de los métodos y la programación flexible de contenidos. Dos orientaciones opuestas determinan dicha mediación: a) la didáctica tradicional, centrada en la enseñanza, que tiene como protagonista la palabra del docente como reproductor y fagocitador de información, al estudiante pasivo, contemplativo y afásico, cuyo propósito es aprobar la asignatura, y como reguladores del proceso el dogmatismo y el ejercicio vertical de la autoridad del docente; b) el modelo constructivista se focaliza en el aprendizaje y el alumno como actor principal del aprendizaje para la vida, la interpretación de la realidad y para el cambio conceptual (Gargallo, 2008, pp. 425-426).

En esta línea de razonamiento, sobre el acto pedagógico son válidas las siguientes

reflexiones relacionadas con la enseñanza que facilita el aprendizaje, la evaluación como una forma de aprendizaje y el docente como sujeto constructivista.

1. *La enseñanza mediadora que facilita el aprendizaje* debe ajustarse, según Levinas (1998, pp. 211-221), a las siguientes condiciones: a) promover en los estudiantes la elaboración de teorías e hipótesis para que puedan argumentar, profundizar en sus consecuencias, corroborarlas y refutarlas; b) generar conciencia de lo que significa elaborar, explicar, defender y criticar una teoría con argumentos; c) analizar problemas que estimulen la búsqueda de información y la producción de soluciones alternativas; d) combinar el interés por un tema con la libertad y el uso de las capacidades y habilidades de los alumnos como la manera más adecuada de motivación. La relación pedagógica durante el proceso de aprendizaje-enseñanza permite construir buena parte de los valores y de las relaciones socioafectivas y motivacionales de los alumnos. Las tareas que más motivan son aquellas que generan durante su realización curiosidad, novedad y gratificación. El trabajo en grupo produce un intercambio fluido de formas de pensar y de conocimiento mutuo que enriquece el aprendizaje (Huertas y Montero, 2001, pp. 25-44).
2. *La evaluación es una forma de aprendizaje.* Si quien aprende es el alumno, es necesario implementar tres procedimientos: a) plantear tareas de evaluación que impliquen a los estudiantes en situaciones de estudio y aprendizaje apropiadas; b) hacer devolución, lo más pronto posible, a los alumnos de las tareas evaluadas para que actúen sobre la información que han recibido y utilicen las observaciones para aprender de los errores y progresar en sus aprendizajes; c) involucrarlos en el proceso de evaluar su propio trabajo y las producciones de sus compañeros. A través de estos ejercicios de

evaluación formativa los alumnos construyen las siguientes competencias: identificar y expresar sus necesidades; proponerse objetivos y diseñar planes de acción para conseguirlos; identificar recursos; valorar sus logros; emitir juicios analíticos sobre su propio trabajo; tomar decisiones en circunstancias inciertas e impredecibles. Estos aprendizajes los preparan para el futuro ejercicio de su profesión, en continuo proceso de cambio (Padilla, Carmona y Gil, 2008, pp. 90-100).

3. El proceso de aprendizaje-enseñanza también implica conocer cuáles son las formas de razonamiento de los docentes durante la relación pedagógica porque determinan, en última instancia, las decisiones y cursos de acción. Solar y Díaz (2009, pp. 182-184, 194-195) se refieren al profesor como un sujeto constructivista que

continuamente elabora y prueba su teoría personal acerca de la mediación didáctica como proceso multidimensional y complejo. Éste, que tiene un conocimiento pedagógico y disciplinar más profundo y una conciencia mayor sobre los diferentes componentes y variables del acto pedagógico, está mejor preparado para realizar juicios y tomar decisiones apropiadas.

### Invitación a investigar

Luego de analizar: 1) algunos descubrimientos sorprendentes sobre el sistema cerebro/mente, 2) las teorías sobre el sistema cerebro/mente que posibilitan explicar nuestros aprendizajes y 3) el objeto de estudio de la psicología de la educación como enfoque interdisciplinario de los procesos de aprendizaje-enseñanza que gestiona la escuela, le sugiero observar detenidamente la figura 1.

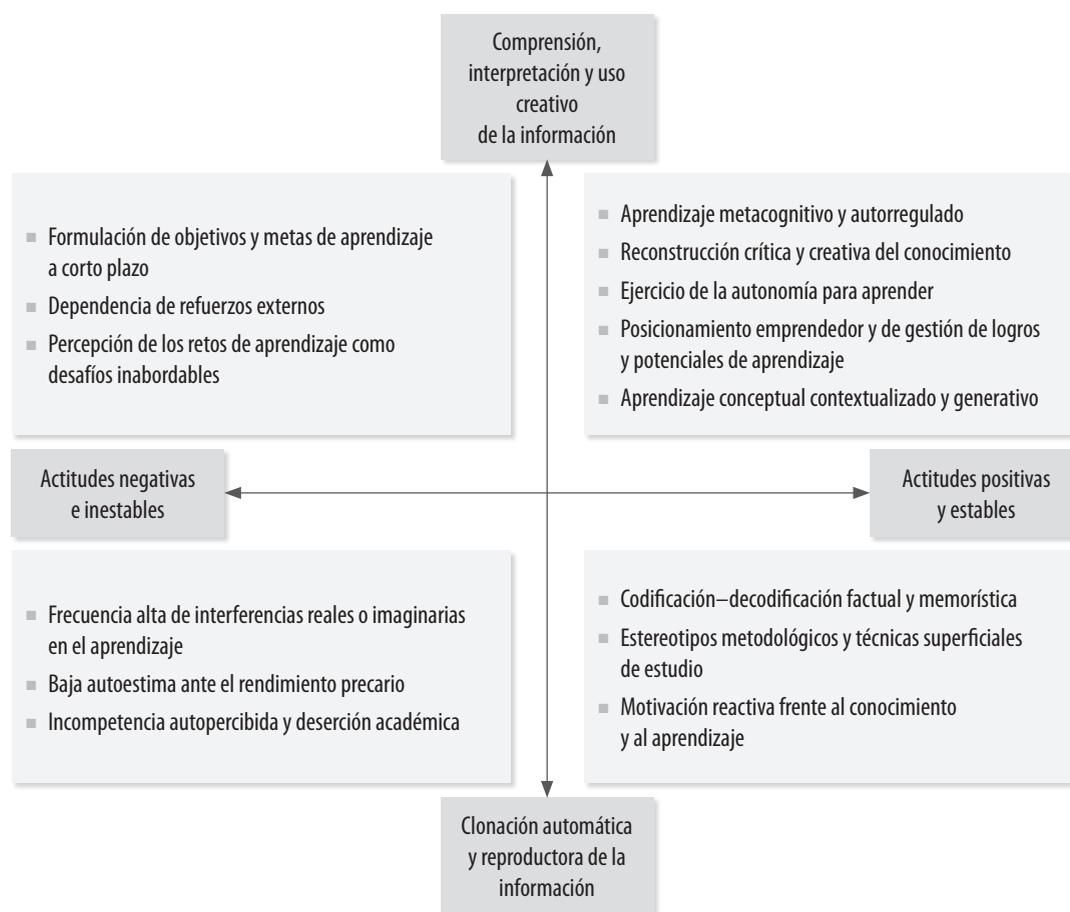


Figura 1. Relaciones entre cognición, emoción y aprendizaje

Fuente: Lopera et ál., 2005, p. 43

De acuerdo con la figura, dos dimensiones complementarias configuran mi hipótesis para la investigación en psicología de la educación acerca de las relaciones entre cognición, emoción y aprendizaje. El primer eje, “comprensión, interpretación y uso creativo de la información” versus “clonación automática y reproductora de la información”, representa los procesos cognoscitivos y el acto de aprender. El segundo eje, “actitudes positivas” versus “actitudes negativas”, recapitula los procesos emocionales y afectivos implicados en el aprendizaje.

Las dos dimensiones y sus catorce núcleos problematizantes surgen del “Programa de investigación para la enseñanza y potenciación de procesos cognitivos, formas dinámicas de aprendizaje y ordenamiento de la actividad de estudio”. Esta macroinvestigación, cofinanciada por Colciencias, la Universidad de Antioquia, la Gobernación de Antioquia y la Secretaría de Educación y Cultura de Medellín, se realizó con una muestra de 545 niños y jóvenes de educación básica primaria y secundaria de Medellín y su conurbano, entre 1995 y el 2002 (Lopera et ál., 2002a, 2002b, 2002c, 2002d, 2002e, 2004). El modelo de las dos dimensiones fue validado con 120 estudiantes de maestría en Educación de una universidad pública, durante el 2007 y el 2008.

Como puede concluirse de la observación de la figura, el cuadrante superior derecho ilustra una mediación didáctica plausible, ejercida estratégicamente con énfasis en la comprensión, interpretación y uso creativo de la información en un ambiente escolar de actitudes positivas y estables. Los efectos de esta correlación de fuerzas son contundentes: el aprendizaje metacognitivo y autorregulado, la reconstrucción crítica y creativa del conocimiento, el ejercicio de la autonomía para aprender, entre otros. Se puede continuar con el análisis de los otros cuadrantes e imaginarse las posibilidades de replicar esta metodología.

De acuerdo con las dos dimensiones, la pregunta eje para próximas investigaciones

psicoeducativas con personas de educación preescolar, básica primaria, media y superior, puede formularse así: ¿cuáles son las implicaciones pedagógicas y didácticas de la articulación entre cognición-emoción y aprendizaje, cuando se hace énfasis simultáneamente en: a) la comprensión, la interpretación, el uso creativo de la información y b) la construcción y mantenimiento de actitudes positivas hacia el acto de conocer y aprender?

De esta pregunta se derivan objetos focalizantes de nuevas investigaciones porque cada uno de los cuadrantes formados por los ejes de coordenadas ilustran, tal y como puede apreciarse en la gráfica, correlaciones y situaciones que facilitan o interfieren el aprendizaje y permiten al investigador plantearse interrogantes más puntuales como las que se formulan a continuación:

¿Qué diferencias cuantitativas y cualitativas de género, grado escolar, campo de conocimiento, enfoque teórico y procedimiento metodológico se relacionan con: a) el aprendizaje metacognitivo y autorregulado, la reconstrucción creativa y crítica del conocimiento, el ejercicio de la autonomía en el aprendizaje, la percepción de logros y potenciales de aprendizaje, el aprendizaje conceptual generativo y contextualizado; b) la formulación de metas de aprendizaje, los refuerzos e incentivos para aprender, las formas de percibir los retos de aprendizaje; c) el tipo de codificación factual, memorística, semántica y conceptual, las preferencias metodológicas, técnicas de estudio y estilos de aprendizaje, las modalidades de motivación frente al conocimiento y al aprendizaje; d) la frecuencia de interferencias reales, imaginarias, o de otra naturaleza, en el aprendizaje, la autonomía y el rendimiento académico, la autopercepción de competencias y la verificación de los niveles de desempeño real en tareas experimentales? ■

## Referencias

Aisenson, D. et ál. (2007), “De la orientación vocacional a la psicología de la orientación”, en

- Aisenso, D. et ál., *Aprendizaje, sujetos y escenarios. Investigaciones y prácticas en psicología educacional*, Buenos Aires, Ediciones Novedades Educativas, p. 65.
- Aizencang, N. y Maddoni P. (2007), "Replanteos en torno a nuevos y/o viejos espacios de mediación y acompañamiento escolar" en Aisenso, D. et ál., *Aprendizaje, sujetos y escenarios. Investigaciones y prácticas en psicología educacional*, Buenos Aires, Ediciones Novedades Educativas, p.126.
- Álvarez, P. (2007), "Análisis de la producción discursiva en niños con problemas de simbolización", en Aisenso, D. et ál., *Aprendizaje, sujetos y escenarios. Investigaciones y prácticas en psicología educacional*, Buenos Aires, Ediciones Novedades Educativas, p. 231.
- Andrews, M. (2010), "Preparados, listos, música", en *Mente y Cerebro*, núm. 41, pp. 6-9, Barcelona, Prensa Científica S.A.
- Ansermet, F. y Magistretti, P. (2006), *A cada cual su cerebro: plasticidad neuronal e inconsciente*, Buenos Aires, Katz Editores.
- Ayan, S. (2009), "Risa terapéutica", en *Mente y Cerebro*, núm. 36, p. 44-51, Barcelona, Prensa Científica S.A.
- Berninger, B. y Götz, M. (2010), "Estimulación de la regeneración cerebral", en *Mente y Cerebro*, núm. 41, pp. 10-15, Barcelona, Prensa Científica S.A.
- Brannan, N. (2010), "Encefaloscopio: canibalismo neuronal", en *Mente y Cerebro*, núm. 41, p. 5-6, Barcelona, Prensa Científica S.A.
- Castorina, J. A. (2007), "Los problemas epistemológicos en psicología educacional", en Aisenso, D., Castorina, J. A., Elichiry, N., Lenzi, A. y Schlemenson, S. *Aprendizaje, sujetos y escenarios. Investigaciones y prácticas en psicología educacional*, Buenos Aires, Novedades Educativas, pp. 26-32.
- Changeux, J. P. y Ricoeur, P. (1999), *Lo que nos hace pensar. La naturaleza y la regla*, Barcelona, Ediciones Península.
- Clark, A. (1999), *Estar ahí. Cerebro, cuerpo y mundo en la nueva ciencia cognitiva*, Barcelona, Paidós.
- Clavijo, A. (2006), *Más allá del fantasma en la máquina*, Bogotá, Siglo del Hombre Editores.
- Cudeiro, M. (2010), "Mecanismos neuronales de la percepción visual", en *Mente y Cerebro*, núm. 41, pp. 24-31, Barcelona, Prensa Científica S.A.
- De Juan-Espinosa, M. (1997), *Geografía de la inteligencia humana*, Madrid, Pirámide.
- Fenker, D. y Schütze, H. (2009), "Importancia de la novedad en el aprendizaje y la memoria", en *Mente y Cerebro*, núm. 36, pp. 66-69, Barcelona, Prensa Científica S.A.
- Frank, C. (2010), "Durmiendo, adelgazas", en *Mente y Cerebro*, núm. 42, p. 4-6, Barcelona, Prensa Científica. S.A.
- Gardner, H. (2005), *Las cinco mentes del futuro*, Barcelona, Paidós Ibérica, S.A.
- Gargallo, B. (2008), "Estilos de docencia y evaluación de los profesores universitarios y su influencia sobre los modos de aprender de sus estudiantes", en *Revista Española de Pedagogía*, pp. 425-445.
- Güell, I. (2006), *El cerebro al descubierto. De la emoción a la palabra*, Barcelona, Kairos.
- Hierro-Pescador, J. (2005), *Filosofía de la mente y de la ciencia*, Madrid, Akal.
- Huertas, J. A. y Montero, I. (2001), *La interacción en el aula: aprender con los demás*, Buenos Aires, Aique.
- Kringelbach, M. y Aziz, T. P. (2010), "Marcapasos para el cerebro", en *Mente y Cerebro*, núm. 42, pp. 36-42, Barcelona, Prensa Científica S.A.
- Levinas, M. L. (1998), *Conflictos del conocimiento y dilemas de la educación*, Buenos Aires, Aique.
- Lilienfeld, S. y Arkowitz, H. (2009), "Mitos sobre el cerebro", en *Mente y Cerebro*, núm. 36, pp. 54-55, Barcelona, Prensa Científica S.A.
- Llinás, R. R. (2003), *El cerebro y el mito del yo*, Bogotá, Norma, S.A.
- Lopera, E. et ál. (2002a), *Enseñanza metacognitiva de la apreciación de obras de arte para el logro de razonamiento crítico y aplicado*, Medellín, Marín Vieco.
- Lopera, E. et ál. (2002b), *Enseñanza cognitiva y estratégica en ciencias Naturales para lograr habilidad de solución de problemas de contaminación ambiental con estudiantes de cuarto grado de básica primaria*, Medellín, Marín Vieco Ltda.
- Lopera, E. et ál. (2002c), *Activación cognitiva de la zona de desarrollo próximo en niños con retraso mental moderado, para mejorar e nivel conceptual en aspectos relacionados con el cuidado de sí mismo*, Medellín, Marín Vieco.
- Lopera, E. et ál. (2002d), *El cultivo de la razón ética y del diálogo para la solución de problemas de convivencia escolar*, Medellín, Marín Vieco.
- Lopera, E. et ál. (2002e), *Aprendizaje metacognitivo de la física para el análisis conceptual y procedimental en la resolución de problemas*, Medellín, Marín Vieco.
- Lopera, E. et ál. (2003a), *Entrenamiento a niños con retraso mental leve en estrategias de elaboración y habilidades cognitivas de observación y representación para la comprensión de las relaciones interpersonales en el ámbito escolar*, Medellín, Marín Vieco.

- Lopera, E. (2003b), "Actividad cognitiva y aprendizaje", en *Legado del Saber*, núm. 12, pp. 10-22, Medellín, Universidad de Antioquia, Unesco, Icfes.
- Lopera, E. y Gil, O. P. (2004), *Experiencias de enseñanza cognitiva fundamentada en la investigación con educadores del departamento de Antioquia*, Medellín, Marín Vieco Ltda.
- Lopera, E. et ál. (2005), *Escritos sobre aprendizaje, enseñanza y diversidad cultural*, Medellín, Universidad de Antioquia.
- Lowe, E. J. (2000), *Filosofía de la mente*, Madrid, Gráficas y Encuadernaciones Reunidas S.A.
- Marina, J. A. (2000), *El vuelo de la inteligencia*, Barcelona, Plaza & Janés, S.A.
- Marino, J. (2007), *Conceptos en Psicología*, Córdoba, Argentina, Editorial Brujas.
- Martínez-Freire, P. (2005), *La importancia del conocimiento: filosofía y ciencias cognitivas*, Málaga, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga.
- Meirieu, Ph. (2007), *Carta a un joven profesor*, Barcelona, Grao.
- Moya, C. J. (2004), *Filosofía de la mente*, Valencia, Universitat de Valencia.
- Nakache, D. (2007), "La tele —entre la familia y la escuela—", en Aisenso, D. et ál., *Aprendizaje, sujetos y escenarios. Investigaciones y prácticas en psicología educativa*, Buenos Aires, Novedades Educativas, p. 121-137.
- Ortega, R. y Mora Merchan, J. A. (1996), "El aula como escenario de la vida afectiva y moral", en *Revista Cultura y Educación*, núm. 3, pp. 5-13.
- Padilla, M. T., Carmona y Gil, J. (2008), "La evaluación orientada al aprendizaje en la educación superior: condiciones y estrategias para su aplicación en la docencia universitaria", en *Revista Española de Pedagogía*, núm. 41, pp. 467-485.
- Popper, K. R. (1997), *El cuerpo y la mente*, Buenos Aires, Paidós.
- Rostene, W. y Parsadaniantz, S. (2010), "Nuevos mensajeros cerebrales", en *Mente y Cerebro*, núm. 41, pp. 70-77, Barcelona, Prensa Científica S.A.
- Ruiz-Vargas, J. M. (2002), *Memoria y olvido. Perspectivas evolucionista, cognitiva y neurocognitiva*, Madrid, Trotta.
- Schlemenson, S. (2007), "Investigaciones en clínica psicopedagógica", en Aisenso, D. et ál., *Aprendizaje, sujetos y escenarios. Investigaciones y prácticas en psicología educativa*, Buenos Aires, Novedades Educativas, pp. 201-208.
- Singer, W. y Metzinger, T. (2003), "La visión materialista de la neuroética, diálogo coordinado", en *Mente y Cerebro*, núm. 4, pp. 6-10, Barcelona, Prensa Científica S.A.
- Solar, R. M. I. y Díaz, L. C. (2009), "Los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula universitaria: una mirada desde las creencias de académicos de trabajo social y periodismo", en *Estudios Pedagógicos*, vol. 25, núm. 1, pp. 181-197.
- Stickgold, R. y Ellenbogen, J. (2010), "Actividad cerebral durante el sueño", en *Mente y Cerebro*, núm. 41, pp. 56-63, Barcelona, Prensa Científica S.A.
- Tejedor, F. J. González, S. y García, M. M. (2008), "Estrategias atencionales y rendimiento académico en estudiante de secundaria", en *Revista Latinoamericana de Psicología*, vol. 40, núm. 1, pp. 124-126.
- Ullsperger, M. (2009), "La percepción del error", en *Mente y Cerebro*, núm. 36, pp. 70-74, Barcelona, Prensa Científica S.A.
- Varela, F. (2003), *La habilidad ética*, Barcelona, Debate.