

Neuroética y su relación con la educación contemporánea

Neuroethics and its relation to contemporary education

Willian Guerrero Collazos

Resumen

La relación entre la neuroética y la educación tiene su punto de inflexión a partir de la aplicación de los actuales adelantos en neurociencia. En este texto se analizarán conceptos fundamentales para facilitarles a profesores, estudiantes y padres de familia el acercamiento al debate entre la postura científica y la tradición humanista de la filosofía y la psicología. Para los neurocientíficos, los métodos interpretativos humanistas, propios de la educación, están desactualizados porque no se sustentan en datos empíricos, razón por la cual las nociones de conciencia e identidad, por ejemplo, resultan inexactas cuando se definen según la argumentación filosófica o desde la explicación psicológica tradicional.

Palabras Clave: conciencia, cerebro, educación, neuroética, neuromito, neuroplasticidad.

Abstract

The relationship between neuroethics and education has its turning point from the application of current advances in neuroscience. This text will analyze fundamental concepts to make it easier for teachers, students and parents to approach the debate between the scientific position and the humanistic tradition of philosophy and psychology. For neuroscientists, the humanistic interpretative methods of education are outdated, because they are not supported by empirical data, which is why notions of consciousness and identity, for example, are inaccurate when defined according to philosophical argumentation or from psychological explanation traditional.

Keywords: *consciousness, brain, education, neuroethics, neuromyth, neuroplasticity.*

A partir de los conceptos de moral¹ y ética², surge un vínculo con las neurociencias y su aplicabilidad en el campo de la educación, que es el tema sobre el que gravita el presente artículo. Son muchas las inquietudes que constituyen el entramado entre los conocimientos provenientes de los estudios sobre el cerebro humano y su influencia en el comportamiento, pero, sobre todo, en lo concerniente al acto educativo, ya sea en contextos formales o informales. Ante estos supuestos contextuales es factible aludir a una cuestión central: ¿puede evaluarse la realidad moral del ser humano solamente con las estructuras fisiológicas cerebrales, prescindiendo de la reflexión ética? Según lo han llegado a plantear algunos neurocientíficos, solo bastaría la lectura cerebral

para comprender la acción humana y sus implicaciones éticas, con el fin de superar los inconvenientes propiciados por las especulaciones subjetivas del método dialéctico-hermenéutico aplicado por los filósofos.

Para algunos científicos, defensores acérrimos de las neurociencias, todo lo que el ser humano puede conocer se sustenta en la base cerebral, desde una perspectiva positivista y cerrada, sin permitir la mediación de otras disciplinas, en particular las humanistas. También existe otro grupo de investigadores que aceptan, tímidamente, la relación entre la conciencia, el cuerpo, las emociones y los sentimientos, lo cual indica que se concibe al ser humano como un todo, pero con un acento que se mantiene dentro de una postura materialista (Damasio, 2010). Aprovechando el punto intermedio entre el ala radical de la ciencia y la que es moderada, se abre un puente con la neuroética³ que permite un acercamiento entre las dos corrientes mencionadas.

1. [latín: moralis. Relativo a las costumbres]. Se refiere al conjunto de creencias, costumbres, valores y normas que orientan el comportamiento humano para distinguir entre el bien y el mal. Por consiguiente, la moral se refiere a aquellos constructos significativos, heredados culturalmente, que les aportan identidad y estabilidad a las personas.

2. [griego: éthicós. Relativo al carácter de los actos humanos]. Término que designa al ejercicio de la reflexión racional sobre las distintas concepciones morales para hallarles factores comunes en términos de racionalidad que, en lo posible, puedan identificarse como principios universales. En otras palabras, la filosofía moral, como también se le llama a la ética, busca la efectividad y la aplicabilidad de las acciones morales en un contexto global.

3. La neuroética, como disciplina del conocimiento, nació en el año 2002, en el congreso organizado por las universidades de Stanford y California en San Francisco, los días 13 y 14 de mayo, al cual asistieron varios especialistas de diversas profesiones, interesados en el funcionamiento del cerebro humano. Con anterioridad, en 1989, el experto oriundo de Illinois, Ronald Eugene Cranford (1941 - 2006), utilizó el término frente al interrogante: ¿Qué tipo de asesoramiento ético puede aportar el neurólogo a un comité de ética?

Desde la perspectiva reflexiva y aplicada, se encarga del análisis crítico sobre los alcances de la investigación científica en torno al cerebro humano y su relación con los contenidos morales que constituyen a la acción del ser humano (Gazzaniga, 2006).

Con el análisis de estas definiciones, tan relevantes y complejas, en el marco de un estudio profundo sobre el cerebro humano, surge la cuestión si, al revisar nuestros imperativos morales, estos tienen una relación intrínseca con los estímulos cerebrales o si es suficiente una lectura de los mapas cerebrales para establecer una medida común, que permita establecer una ética universal. Estos matices, sobre la misma pregunta, revelan que existe una seria preocupación por la relación entre las neurociencias y la ética.

Con la cuestión planteada, se pone de relieve que toda investigación científica debe beneficiar a la humanidad y no ocasionarle daño. En este sentido, las neurociencias aportan el conocimiento para tratar y prevenir enfermedades como la esquizofrenia, el Alzheimer, la demencia senil, la enfermedad bipolar o la arterioesclerosis, siendo su finalidad prolongar la salud neuronal en la vejez y mejorar las capacidades cognitivas (memoria y atención). Todo ello enmarcado en el gran asunto del mejoramiento de nuestra especie, además de la preo-

cupación relacionada con los casos de muerte cerebral, entre otros temas semejantes.

Los avances en las neurociencias también permiten diagnosticar, tratar y prevenir los comportamientos violentos y, si los tribunales lo aprueban, recurrir a datos cerebrales para resolver asuntos penales. Ante este tipo de casos, es preciso anotar que, en un tribunal, importa determinar si un implicado en un delito obró con racionalidad o si, por el contrario, carecía de ella. Son los posibles escenarios que, en materia de justicia, por ejemplo, tratan de medir los alcances sociales en nuestro contexto global, tras la aplicación de los adelantos científicos, sobre la base del cerebro humano y sus implicaciones en la defensa de los derechos humanos, que se relacionan con el fundamento moral en torno a la dignidad de las personas (Cortina, 2011).

Sobre la base funcional, se confirma la enorme plasticidad del cerebro, llamada *neuroplasticidad*, correspondiente a una gran capacidad de adaptación y aprendizaje, según el comportamiento y la experiencia personal que, si bien disminuye con la edad, no desaparece del todo con el paso del tiempo. Es un concepto que indica cambio en las estructuras moleculares, la expresión genética y la conducta (Mora, 2017a). De acuerdo con esta definición, se ha demostrado

que es posible mantener la actividad mental constante hasta una edad bien avanzada, siguiendo un estilo de vida dinámico y estimulante en un entorno favorable, acompañado de una buena alimentación.

En este orden de ideas, podemos saber cuáles son los momentos más adecuados para que una persona aprenda cualquier cosa. Al respecto, se han adelantado estudios que demuestran la inagotable capacidad del ser humano para asimilar la información y las experiencias, según sus condiciones neurológicas (Gazzaniga, 2006). Por ejemplo, la influencia que tiene el uso de dispositivos tecnológicos, al evaluar el comportamiento, mediado por la relación entre la razón y las emociones, analizando si, de manera positiva, tal relación contribuye a que seamos felices o si, por el contrario, la tecnología puede aislar al ser humano, haciéndolo sentir desdichado.

Todas estas promesas (mejoras cognitivas, mayor adaptabilidad, objetividad funcional, etc.) deben ser tomadas como la materia de estudio para la neuroética. Pensando en el desarrollo y el bienestar de la sociedad, la neuroética debe sostener el principio de *no maleficencia*, x de ahí se pueden derivar una serie de cuestionamientos (Cortina, 2011).

Entre ellos, el uso correcto de técnicas intervencionistas que pretenden mejorar el rendimiento físico e intelectual de las personas, ¿gozan de legitimidad en su aplicación? ¿Están al alcance de toda la población? Sin pasar por alto que tales prácticas se relacionan con los diversos ideales de vida buena concebidos por la humanidad.

En el campo de la genética, relacionado con la justicia, tanto en la implementación como en la distribución, hasta qué sector de la población alcanzaría el producto de las investigaciones en materia de salud y reproducción asistida. Por otro lado, el derecho fundamental a la intimidad podría verse afectado cuando se incluyen las lecturas cerebrales como pruebas legales, en este caso ¿pueden admitirse con el fin de inculpar a alguien para sustentar su responsabilidad en un crimen, por ejemplo? En este orden de ideas, ¿se podría descubrir que existen personas con inclinación innata al mal? Algunos han propuesto la creación de un consejo de seguridad neurocientífica para identificar las tendencias terroristas (Moreno, 2010).

Estos interrogantes son una pequeña muestra del cúmulo de inquietudes que se entrecruzan con el tema de la subjetividad, en términos de identidad personal, y su relación intrínseca con la construcción de la

conciencia individual y la educación moral. Con el fin de generar un marco de comprensión pertinente, es preciso analizar los alcances de una noción tan compleja como es la definición del «yo». A continuación, se exponen algunas posturas éticas y científicas que ejemplifican los alcances de dicho debate, que bien describe una larga tradición crítica en el contexto académico.

La fundamentación del yo

El concepto de identidad personal y su relación con la idea del bien, constituyen un binomio que ha logrado captar el interés en muchos campos del conocimiento. Pero de manera especial ha suscitado muchas inquietudes en el ámbito de la ética, conocida también como filosofía moral, porque describe una serie de interrogantes que van ligados al campo de la biología, en tanto que el ser humano es una especie del reino animal, pero sujeto a un imperativo moral que va unido a su naturaleza racional.

Actualmente, son muchos los interesados en desentrañar y esclarecer el debate entre dos cuestiones: lo correcto en la acción humana y la bondad del ser. En establecer los alcances morales del deber, por encima

de lo concerniente a la naturaleza de la vida buena, sobrepasando algunos límites que antes se consideraban exclusivamente sagrados. Como es el caso de la clonación, la eutanasia o el aborto que, en últimas, son temas con un inagotable carácter controversial, porque tanto defensores como contradictores se esfuerzan en dar sus mejores argumentos para ganar reconocimiento y obtener la protección legal a sus requerimientos, sustentados en la igualdad y el respeto a la diversidad.

El debate entre posturas anti-téticas, como las mencionadas, trae consigo una serie de reflexiones que fortalecen la convergencia de múltiples respuestas para un mismo interrogante: ¿existe el *yo* como una realidad inamovible? En primera instancia, el «yo» como definición ofrece un sinnúmero de acepciones relacionadas con las de *cognición* y *conciencia*. Ambas, aportan un sentido específico sobre la percepción que tiene de *sí mismo* un sujeto, en relación experiencial con la interioridad y la exterioridad de su entorno vital (E.T. Higgins, 1987).

Aunque, con el paso del tiempo, la definición del «yo» ha experimentado muchos cambios; el hecho de ser susceptible al análisis recurrente le da un rango de pertinencia constante, porque es un concepto requerido para entender la complejidad humana,

más allá de lo biológico, con el fin de establecer diálogos interdisciplinarios que permitan el avance en las investigaciones que tienen al ser humano como objeto de estudio.

En segunda instancia, el «yo» indica *identidad y orientación*. Por medio de la contrastación, *la identidad* designa los rasgos específicos de la persona que se hacen tangibles, originando factores como la individualidad y el sentido de pertenencia. Con el término *orientación* se designa la capacidad de adaptación que despliega el sujeto en su comportamiento, por el alcance de las acciones que demarcan su forma de ser, concretamente con los roles que asume a nivel social (E.T. Higgins, 1987).

A partir de estas definiciones, son muchas las voces que disienten sobre la existencia del «yo» como algo demostrable a partir de argumentos exclusivamente filosóficos. Al respecto, en recientes investigaciones científicas se ha debatido, por la vía de la experimentación; tal es el caso del médico colombiano Rodolfo Llinás (2002), quien afirma que la explicación biológica y evolucionista del surgimiento de la cognición se sustenta en el sistema nervioso, negando así lo trascendente del «yo» y la «conciencia de sí mismo» que distingue al ser humano de las demás especies. En palabras del científico: «*La subjetividad es la esencia*

constitutiva del sistema nervioso (...) la conciencia como sustrato de la subjetividad, no existe fuera del ámbito de la función del sistema nervioso». Así las cosas, para Llinás no es factible entender la conciencia más allá del sentido biológico, medible por sus efectos cuantificables en un contexto pragmático neuronal, físico y químico, libre de elucubraciones no demostrables.

En el orden fisiológico, para la comunidad científica, entender las funciones motoras, ligadas a la dinámica cerebral, resulta suficiente para comprender al ser humano, indicando la irrelevancia y la obsolescencia de cualquier teoría, o marco interpretativo, que esté fuera de la investigación científica adelantada en un laboratorio.

Si bien es cierto que la experiencia consciente surge como resultado del funcionamiento de cada cerebro individual, no es posible compartirla para su observación directa de la misma manera que es viable compartir los objetos de la física. Es la postura que sostienen el premio nobel de fisiología, Gerald Edelman, con el psiquiatra Giulio Tononi (2002) y especifican que *la introspección no aporta a la ciencia la información suficiente sobre el funcionamiento subyacente del cerebro*. Sin embargo, ambos investigadores parten del supuesto que la conciencia surge dentro del

orden material de ciertos organismos, pero no consideran que la conciencia, en toda su plenitud, surja únicamente del cerebro, sino que las funciones superiores del cerebro requieren de la interacción con el mundo y otras personas.

Edelman y Tononi asumen una actitud conciliadora cuando expresan que, en el estudio de la conciencia, es igualmente importante el aporte de la investigación científica como la reflexión adelantada por la filosofía. Es, precisamente sobre este punto, en el que ambos autores expresan, de manera contundente, su desacuerdo con posturas dualistas o de reduccionismo extremo, tanto en los filósofos como en los científicos:

En efecto, nuestros esfuerzos por discernir los orígenes de la conciencia topan con una limitación fundamental que surge, en parte, de la suposición de que basta con pensar para revelar las fuentes del pensamiento consciente. Esta suposición es tan claramente inadecuada como lo fueron, en su tiempo, los esfuerzos por comprender la cosmogonía, la base de la vida y la estructura fina de la materia sin la ayuda de observaciones y experimentos científicos. De hecho, los filósofos no han destacado tanto por su capacidad para proponer soluciones al problema como por su habilidad para señalar hasta qué punto el problema es intratable (...) Y

a los científicos, ¿qué tal les ha ido en sus intentos por explicar el misterio? Si dirigimos nuestra mirada a la psicología veremos que la «ciencia de la mente» siempre tuvo problemas para situar lo que debería ser su tema central – la conciencia – dentro de un marco teórico aceptable (...) Sin embargo, como indica la profusión de preguntas e hipótesis, decididamente falta algo en los intentos por identificar la base neuronal de la conciencia en este o aquel grupo de neuronas (...) no es de extrañar que algunos filósofos vean en estos intentos un excelente ejemplo de un error categórico: el error de atribuir a las cosas propiedades que no pueden tener (Edelman & Tononi. 2002, pp. 20-22).

En últimas, ambos investigadores expresan que, lo fundamental, es centrarse en los procesos neuronales que realmente puedan explicar las propiedades más centradas en los procesos neuronales relacionados con la conciencia, sin detenerse exclusivamente en las áreas del cerebro de manera aislada. Adhiriéndose a lo postulado por William James, cuando explicó la conciencia como un proceso privado, selectivo y continuo, pero en constante cambio (James, 1989). En estos términos, la conciencia es una *entidad unificada*, por la que cada persona es dueña de una *estructura consciente* con una *huella de conciencia* individual.

Con una mirada retrospectiva, en el contexto de la pregunta por la fundamentación de la *autoconciencia*, el filósofo John Locke, en su *Ensayo sobre el entendimiento humano* (1690), plantea, de manera hipotética, una situación para explicar lo que sucedería con la muerte de un príncipe y un zapatero si ocurriese un cambio singular: que el alma del príncipe pase al cuerpo del zapatero. Hecho ante el cual surge la controversia de si el príncipe conserva o pierde su identidad de origen. Situación que podría trasladarse al caso del trasplante de cerebros: ¿qué podría esperarse con respecto a la subjetividad del príncipe? La respuesta tiene un matiz bien interesante, según las conclusiones del propio Locke:

Porque suponiendo que un espíritu racional es lo que constituye la idea de hombre, será fácil saber que es el mismo hombre, es decir el mismo espíritu, bien separado de un cuerpo, bien dentro del cuerpo. Y suponiendo que lo que constituye un hombre es un espíritu racional unido vitalmente al cuerpo con una ciega conformación de partes, el hombre será el mismo mientras ese espíritu racional permanezca así unido, con esa conformación vital de partes, aunque continuando en un cuerpo de partículas fugaces sucesivas. Pero si para

alguien la idea de un hombre no es sino la unión vital de partes con una cierta forma exterior, en tanto esa unión vital y esa forma exterior permanezcan en una composición que no sea de otro modo él mismo, sino por la sucesión continuada de partículas fugaces, será el mismo hombre (Libro II, capítulo XXVII, numerales 17- 31).

Más allá de las condiciones corpóreas, que son accidentes, la condición racional va unida a la idea de ser humano. En la fugacidad existencial de cada persona pueden identificarse diversos aspectos que permiten indicar que lo particular y lo general logran armonizarse de manera significativa, en cuanto a la capacidad de percepción de la realidad en cada sujeto. Desde la perspectiva de Locke, el factor común entre la racionalidad y lo no racional puede ser analizado desde una postura hedonista, frente a lo que originaría el placer o el dolor y sus efectos entendidos como bondad o maldad.

En la complejidad de la postura planteada por Locke, las motivaciones más simples pueden ser ocasionadas por el malestar que sustenta la presencia de un deseo que debe ser satisfecho; tanto en los humanos, como en los no humanos, las funciones físicas y emocionales de nutrición

o de reproducción están en el orden de la supervivencia, la distinción entre ambas especies está en la manera de acceder a la satisfacción de tales funciones. En el caso de los humanos se destaca la capacidad de trascender lo instintivo, llevándolo al discernimiento entre las opciones que se le presenten, acogiendo su capacidad de elección, pero con un sentido responsable.

No obstante, en la naturaleza humana existen motivaciones deterministas relacionadas con la sublimación de los instintos y su correspondencia con los presupuestos morales. Una persona puede elegir algo que le signifique bienestar y seguridad, aún en detrimento del bienestar de otros, lo cual puede estar justificado desde la noción particular de lo moral, en un contexto de apropiación relativizado por un marco ético de interpretación totalitario.

En este sentido, el control de la racionalidad puede entenderse como una manera de ser amparada en un marco legal, cuyos hábitos se han modelado de acuerdo a un imaginario ampliamente aceptado. Como lo ocurrido en Auschwitz, durante la segunda guerra mundial, donde el uso del poder ilimitado pudo conducir al genocidio, entre otras atrocidades que niegan la bondad y la cordura de muchos seres humanos, aunque sus decisiones se ajusten a una racionalidad

operante, sin ningún rastro de contrición motivado por la empatía o la compasión.

Por su parte, las neurociencias prometen mejorar las condiciones de la vida humana, no sin antes expresar grandes interrogantes. Con este propósito “la *neuroética* se define como el estudio de las cuestiones éticas que surgen cuando los descubrimientos científicos acerca del cerebro se llevan a la práctica médica, a las interpretaciones legales y las políticas de salud y los programas del ámbito social” (Cortina, 2011).

Esta definición se ubica en el campo de una ética aplicada, que se fundamenta en teorías éticas precedentes (kantiana, utilitarista, pragmática, etc.) las cuales son aceptadas por quienes las van a aplicar y, a continuación, se plantean una serie de problemas ajustados al enfoque ético que sirve como marco de evaluación (Cortina, 1986). Si se trata del enfoque kantiano, por ejemplo, todo procedimiento que instrumentalice o cosifique a la persona será cuestionado irrenunciablemente, porque va en contra de la dignidad humana.

El marco evaluativo corresponde a un examen que indaga sobre lo correcto y lo incorrecto, lo que se considera bueno o malo en el tratamiento del cerebro humano, en su perfeccionamiento o en la cuestiona-

ble manipulación invasiva del mismo. Ante estos escenarios, la neuroética quiere orientar a los científicos en la incorporación de códigos éticos para distintos ámbitos, por lo cual se define su naturaleza interdisciplinar⁴.

No obstante, la neuroética forma parte de una cultura «*neuro*», que indaga por las bases cerebrales de toda la actividad humana, por lo cual pueden colegirse dos sentidos desde la neuroética, según lo planteado por Adina Roskies (2002): *la ética de la neurociencia*, que intenta desarrollar un marco ético para regular la conducta en la investigación neurocientífica y en la aplicación del conocimiento neurocientífico a los seres humanos, mientras que *la neurociencia de la ética*, se refiere al impacto del conocimiento neurocientífico de la ética misma, ocupándose de las bases neuronales de la *agencia* o conducta moral.

4. No puede desligarse la relación entre la neuroética y la bioética. En 1970, el bioquímico estadounidense Van Rensselaer Potter acuñó el término «bioética» para referirse a un campo aplicado, de la ética, que se ocupa de la vida humana amenazada por los adelantos tecnológicos, integrando la biología, la ecología, la medicina y los valores humanos. Posteriormente, en 1988, Potter también propuso la expresión bioética global.

Las bases cerebrales y los fundamentos morales

Un propósito ineludible es identificar el marco biológico y las bases de la conducta moral para obtener elementos de juicio que respondan a la recurrente pregunta filosófica ¿qué debemos hacer moralmente? Por eso, al indagar sobre las bases de la conducta moral, se busca fundamentar la reflexión y la acción del ser humano, con el fin de afirmar o redefinir los alcances de los derechos humanos en el mundo contemporáneo, contingente y globalizado.

Para desentrañar *qué es lo moral* se debe distinguir entre *las bases cerebrales* y *los fundamentos de lo moral*. En primera instancia, según la perspectiva científica, si las bases cerebrales son universales, se tendría una ética universal fundamentada en el cerebro (Cortina, 2011). Por consiguiente, las bases de una conducta son plurales porque son diversas las bases psicológicas, las sociales, las económicas o políticas; por tanto, las bases cerebrales son necesarias para desarrollar una conducta moral. Hay que indagar qué zonas del cerebro están implicadas en esa conducta.

En segunda instancia, la fundamentación de lo moral radica en la opción que tomaría una persona para actuar en un sentido o en otro. En este sentido, la fundamentación está en el razonamiento para elegir lo conveniente, apoyándose en el análisis de los términos que es lo propio de la reflexión filosófica.

En el caso de la falacia naturalista de Hume que dice: «*de la descripción de lo que es, no se siguen las razones de lo que debe ser*» se puede sintetizar que «del *es* no se sigue el *debe*». Interesa saber cómo funciona el cerebro, pero este se desarrolla en la medida en que entra en contacto con el entorno. El cerebro se va cultivando con las decisiones que se van tomando, en este sentido el desarrollo se construye y para construir el desarrollo se debe responder: ¿Por qué actuar en un sentido u otro? Porque si se desarrollan las emociones positivas, por ejemplo, habrá más motivos para ser feliz.

La pregunta por la fundamentación ética radica en el ¿por qué debo? Lo cual implica una respuesta que se origina en la noción de *autoconciencia*, ligada a la capacidad de raciocinio, que acontece sobre la base de la fisiología cerebral, que llevan a que el sujeto argumente indicando que hay cosas «que valen por sí mismas», que «son un fin en sí mismas», aunque no proporcionen tanta emoción o felici-

dad (Piaget, 1999). Tal es el caso del derecho a la vida o la libertad, bienes inalienables para el ser humano porque, de ellos, depende su desarrollo y autorrealización, no son negociables y se establecen como un imperativo moral.

En este sentido, la neuroética debe armonizar lo conocido sobre las bases cerebrales con las reflexiones sobre la naturaleza de la moralidad. De ahí se desprende la posibilidad que una ética universal, basada en el cerebro, entre en diálogo con un posible modelo de organización política acorde con las necesidades actuales. Sin dejar a un lado la importancia que tiene la libertad, como una exigencia moral universal, para garantizar la acción humana sin restricciones que devengan en autoritarismos que deterioren el ejercicio de una ciudadanía responsable (Cortina, 2011).

De acuerdo con lo anterior, la *neuroeducación* constituye un campo del conocimiento donde confluyen las ciencias que estudian el sistema nervioso del ser humano, la psicología y la pedagogía. Por su condición integradora, la *neuroeducación* se basa en los aportes que provienen de la *neurociencia*, enfocándose en las conexiones neuronales, la estructura y el funcionamiento del cerebro. Entra en diálogo con la *psicología* cuando se interesa por el comportamiento humano, las emociones, los senti-

mientos y el pensamiento crítico; se complementa con la *pedagogía*, que estudia los fundamentos y el desarrollo del acto educativo, en cuanto a los métodos que propician las condiciones del aprendizaje (Mora, 2017b).

El objetivo de la *neuroeducación* es mejorar los procesos de enseñanza – aprendizaje y los programas educativos, tomando en cuenta la relación entre la estructura y funcionamiento cerebral con el sistema nervioso y la influencia ejercida por la genética en contacto con el medio ambiente (Morris, 2014). En un sentido más amplio, la *neuroeducación* constituye un enfoque innovador sobre la enseñanza y los alcances que esta tiene para estimular el cerebro en cuanto a las habilidades y talentos ejercidos en el ámbito de la educación formal; también como una herramienta que ayuda a detectar dificultades físicas y emocionales de los estudiantes en los espacios académicos (Mora, 2017b).

Adicionalmente, la *neuroeducación* define que la enseñanza no se limita únicamente a la transmisión de conocimientos, sino que, en dicho proceso, debe tomarse en cuenta la influencia ejercida por los diversos contextos culturales donde viven los estudiantes, que van desde la familia hasta el gran conglomerado social (Caballero, 2017). Incluye también el desarrollo de las habilidades mentales, la adquisición de valores y de hábitos;

en últimas, todos aquellos elementos que integran el estilo de vida de los sujetos en formación. Con esta definición, la enseñanza en las instituciones educativas debe orientarse al mejoramiento de las habilidades, destrezas y capacidades en lo cognitivo, emocional, moral y social que los estudiantes adquieren progresivamente en cada una de las etapas de formación, conforme se van incorporando significativamente las bases específicas del conjunto de conocimientos en armonía con el desarrollo cerebral.

Con miras al adecuado desarrollo humano, en el campo educativo, uno de los desafíos más apremiantes tiene que ver con el esclarecimiento de algunas concepciones erróneas derivadas de la relación entre las neurociencias y la educación, en su sentido pedagógico más amplio. A esas concepciones, que se originan en una mala interpretación y la consecuente aplicación de los resultados obtenidos en las investigaciones neurocientíficas, se les ha denominado *neuromitos*, sobre los cuales se hace referencia a continuación.

Los neuromitos en la educación

El neurocirujano inglés Alan Crockard, introdujo el término *neuromito* en los años ochenta del siglo XX, para referirse a las ideas “no científicas” sobre el cerebro humano en el contexto médico. Por consiguiente, los *neuromitos* son aseveraciones, sobre el cerebro y su funcionamiento, que surgen de malas interpretaciones de los resultados científicos de la neurociencia. Este tipo de apreciaciones, particularmente, ha llegado a las aulas de clases y, por su carácter impactante, se ha instalado en el imaginario y las prácticas de muchos docentes.

El término neuromito o neuromitología se refiere a la forma rápida y simple como se transmiten ciertos resultados científicos, interpretados incorrectamente y apresuradamente como contribuciones de la neurociencia a la educación. Dentro de ellos: el mito del cerebro izquierdo – cerebro derecho, sobre la dominancia o especialización de los hemisferios cerebrales; el mito de los periodos críticos o disposición única del cerebro para ciertos aprendizajes y el de la sinaptogénesis, periodos en los que supuestamente son más efectivas las

intervenciones educativas (Caicedo, 2016, p. 24).

El contexto cotidiano en el cual se difunden los neuromitos incluye folletos educativos, noticias, *blogs* de internet, libros, conferencias, etc., que prometen la solución inmediata y definitiva para mejorar los procesos de aprendizaje, sin tener en cuenta las particularidades que aportan al conocimiento las investigaciones científicas llevadas a cabo con responsabilidad, carentes de intereses consumistas. Según un informe publicado en la revista *Nature Reviews Neuroscience* (Howard-Jones, 2014) los neuromitos más frecuentes en el ámbito educativo son los siguientes:

» **Hemisferios cerebrales especializados**

El mito de los dos hemisferios cerebrales «izquierdo – derecho» obedece a una supuesta especialización funcional, por la cual diversas habilidades y preferencias se adquieren en el hemisferio izquierdo, referidas al procesamiento del lenguaje, en tanto que la información visual y espacial se aloja en el hemisferio derecho.

Esta interpretación indica que los estilos cognitivos adquieren una dualidad muy marcada: para el izquierdo se atribuye la racionalidad analítica y

para el derecho se destina lo intuitivo y lo emocional. De ahí que, tradicionalmente en la cultura occidental, se haya favorecido el pensamiento del hemisferio izquierdo porque se relaciona con la enseñanza de las habilidades lingüísticas, las competencias en lectoescritura y los conocimientos matemáticos. Sumados todos estos componentes, se ha determinado que involucran de modo unilateral el desarrollo del pensamiento analítico, lógico e inductivo.

Tras el análisis de un número representativo de escáneres cerebrales de resonancia magnética funcional (fMRR), se pudo constatar que el cerebro no funciona por segmentos desligados, lo cual indica que la postura determinista de que algunas personas son más creativas porque su hemisferio derecho presenta mayor actividad, o en el caso de las personas que utilizan constantemente su hemisferio izquierdo llegan a ser más lógicas y analíticas en sus razonamientos (Nielsen et al., 2013).

Desde la base de las investigaciones neurocientíficas recientes, se puede concluir que no hay evidencia alguna para sustentar la división funcional del cerebro, porque lo que en realidad ocurre es que el cerebro constituye una unidad funcional, donde ambos hemisferios trabajan coordinadamente, sin importar la magnitud o la complejidad del ejercicio cognitivo que estén desarrollando.

La recurrente y artificiosa división de los hemisferios cerebrales resulta bastante parcializada en lo cognitivo y en lo existencial, restándole importancia a la evidente relación dinámica que existe entre el sistema de comunicación que integra a todas las neuronas, puesto que los dos hemisferios se conectan por medio de cientos de miles de axones, que son las ramificaciones que unen a las neuronas entre sí.

Muchos estudios han demostrado, igualmente, que existen varios circuitos cerebrales partícipes en la articulación del lenguaje, de ahí que no se verifique, en realidad, que la totalidad de un hemisferio cargue con la responsabilidad de recibir toda la información y que el otro adopte un rol pasivo de manera absoluta (Mora, 2017a). En este sentido, una vez más, se entreteje un serio cuestionamiento sobre tal postura, porque la actividad cognitiva se lleva a cabo con todo el cerebro y no solo por unos sectores de este en particular (siempre y cuando la persona, por ejemplo, no haya sufrido un accidente cerebral o cualquier otra alteración de orden estructural).

» **Capacidad cerebral al 10%**

En más de una oportunidad se ha dicho que el ser humano alcanza a utilizar el potencial del cerebro tan solo hasta un diez por ciento de su capacidad. Al respecto conviene señalar que, por sentido común, la naturaleza no diseñaría de manera accesoria un organismo tan complejo como el cerebro, es decir, cuya utilidad no pudiera ser aprovechada al máximo por cada individuo, según sus requerimientos de adaptación y funcionalidad para relacionarse con el entorno.

Esta postura reduccionista se originó en el supuesto de poseer una reserva del 90% restante de la capacidad cerebral para ser usada en caso de un accidente cerebral o de alcanzar a desarrollar alguna capacidad extrasensorial. Al respecto, las investigaciones científicas han demostrado, por medio de neuroimágenes, que no existe parte alguna del cerebro carente de actividad, incluso cuando dormimos, aunque se haya observado una notable disminución en el consumo de energía vital.

Si el cerebro humano restringiera el uso de su capacidad funcional, lo más probable es que habría una constante muerte de las neuronas y de las células gliales (encargadas de regular el ambiente interno del cerebro para

la comunicación neuronal y el transporte de nutrientes), con la consecuente atrofia del sistema neural por ausencia de actividad, lo cual llevaría a un radical cambio en la secuencia evolutiva (Mora, 2017a).

La responsabilidad en el neuro-mito sobre el uso del 10% del cerebro recayó en la antigua creencia de que las células gliales solo estaban presentes en el sistema nervioso. Esta imprecisión ha sido corregida, al corroborarse que inciden en el funcionamiento del sistema inmunológico y en los procesos de plasticidad celular después de una lesión.

» **Periodos críticos para el aprendizaje.**

En cuanto a la posibilidad anticipada de adquirir y madurar ciertas habilidades en una edad temprana, hay una referencia constante al mito de los «periodos críticos». Según esta interpretación, la oportunidad de asimilar ciertos conocimientos depende de la disminución de las capacidades cognitivas con el paso del tiempo: a mayor edad, menor es la posibilidad de aprender en términos de calidad y eficiencia.

Si bien es cierto que la asimilación de algunos procesos cognitivos complejos puede disminuir con la

pérdida de la profundidad y percepción de la visión en una edad más avanzada o que, durante la juventud, se aprenden con mayor rapidez los componentes gramaticales, no es cierta la creencia que postula, sin fundamento científico, la pérdida total de la capacidad de aprender durante la vejez.

También se ha extendido la creencia de que *“la base de una correcta y efectiva educación intelectual y emocional del ser humano, queda supeditada exclusivamente a los tres primeros años de vida del niño”*. Este es otro de los condicionamientos que ha surgido tras una lectura parcializada o tendenciosa de las investigaciones realizadas por los neurocientíficos. Es necesario explicar que cada uno de los tejidos neuronales del cerebro tiene sus propias etapas de desarrollo, entendiéndolas como un proceso global o integrador, en el que cada una de ellas tiene periodos más acelerados de aprendizaje y otros no tanto; en virtud de lo cual no dependen de una progresión matemática sectorizada para ser leída como una norma: «esto pasa a los 3 años» o «esto corresponde a los 7 años».

En este orden de ideas, lo que científicamente puede corroborarse es que existen *periodos sensibles*, en los que ciertos tipos de aprendizaje se facilitan, como en el caso de una lengua extranjera. Por tanto, no es admisible

una generalización epistémica para sustentar la presencia de periodos críticos que anulen la posibilidad de alcanzar el aprendizaje humano.

Una manera de comprender la mala interpretación ocasionada por el mito del periodo crítico, radica en una lectura equivocada de la teoría de la impronta, propuesta por Konrad Lorenz (1980). Las conclusiones enunciadas por el etólogo y premio nobel de fisiología en 1973, se enmarcan en el contexto de unas crías de ave que, cuando nacen, aprenden a seguir a objetos móviles, por lo general a su madre; pero también pueden seguir otro objeto o persona que se mueva, durante un periodo muy corto, después del cual, difícilmente, cambiarían su comportamiento.

También puede atribuirse como sustento, para el periodo crítico, la teoría de Jean Piaget (1999) sobre los periodos específicos del desarrollo cognitivo, antes de los cuales no son posibles ciertos aprendizajes, como ocurre con el sentido del número, revaluado actualmente por trabajos como los de Dehaene (2015), porque se ha comprobado que los niños nacen con mayor número de capacidades cognitivas, algo contrario a lo que se pensó por mucho tiempo.

» **Mito de la sinaptogénesis.**

Para entender este neuromito, es necesario explicar qué es la *sinapsis*: espacio entre dos neuronas que funciona como sitio donde se produce la conexión y la transferencia de información entre ellas, por medio de los neurotransmisores, la presináptica y la postsináptica (Mora, 2017a). En este sentido, la sinaptogénesis es la formación de sinapsis. Como es de esperar, existen periodos durante los cuales la producción sináptica es mayor, como la que ocurre en la primera infancia.

El temor generalizado a la denominada «poda sináptica», que es una disminución de la densidad sináptica, tiene serios matices en cuanto a su interpretación y aplicación en contextos educativos. En condiciones normales, de crecimiento y desarrollo, hay una frecuente actividad neuronal que permite mejores aprendizajes en contextos más complejos, que dinamizan la atención de una persona. Por consiguiente, la exposición a cierto tipo de estímulos no proporciona y no garantiza una efectividad y contundente estrategia para que alguien sea más inteligente (Mora, 2017a).

El origen del mito de la sinaptogénesis tiene un carácter simplista y reduccionista, al interpretar erróneamente los resultados experimentales

con ratas. Cabe señalar que los roedores fueron expuestos a ambientes estimulantes, que les hicieron reaccionar de manera efectiva frente a tareas específicas, en contraste con otro grupo de ratas que fueron puestos en ambientes aislados y menos exigentes.

No existe evidencia alguna o prueba que demuestre que lo experimentado con las ratas se cumpla en los seres humanos. Hasta la fecha no se puede predecir relación alguna entre el incremento de la densidad sináptica durante la infancia y el mejoramiento de las capacidades intelectuales. Sin embargo, muchos proyectos comerciales han aprovechado los resultados con los roedores para adelantar campañas de «estimulación temprana» con diversas estrategias de *marketing*, como en el caso de los niños, en sus tres primeros años de vida, con estímulos visuales y sonoros: móviles de colores llamativos o música clásica, con el célebre efecto Mozart.

Precisamente, en el caso de Mozart se habla de un «efecto»⁵, razón por la cual su duración es breve, como la de un placebo estético, que permanece tan solo unos minutos, durante los cuales se alcanza un apreciable grado de concentración, pero condicionado por una etapa lúdica transitoria que no le permite al sujeto discernir entre lo que es una sensación y el conocimiento objetivo y depurado.

Por ello, no debe confundirse el efecto que tiene sobre la mente humana el sensacionalismo de una experiencia superficial, como la descrita con la terapia musical con la perdurabilidad que implica la adquisición consciente de cualquier tipo de conocimiento. Por un lado, hay estímulos que favorecen el aprendizaje, pero no deben ser interpretados como un único recurso para motivar la atención y la concentración. Por el otro, se debe tener en cuenta cómo está la relación perceptiva de una persona y el entorno que habita para alcanzar aprendizajes significativos.

5. En el libro «El efecto Mozart. Aprovechar el poder de la música para curar el cuerpo, fortalecer la mente y liberar el espíritu creativo» escrito por el californiano Don Campbell y publicado en 1997, se alude a la posibilidad de aumentar las capacidades intelectuales con la asistencia de una terapia musical, en particular, mejorar las capacidades del razonamiento espacial en los niños y niñas de 3 años, si escuchaban algunas de las obras del compositor austriaco.

»**Aprendizaje por hipnopedía.**

El modelo de aprendizaje hipnopédico, es un método mencionado por Aldous Huxley en su libro *Un mundo feliz* que consiste en aprender, por ejemplo, un idioma durante las horas de sueño (Huxley, 2014). La práctica se sitúa en un contexto de ciencia ficción donde se reforzó la idea que el aprendizaje se inicia con un acto inconsciente que se puede accionar al dormir. Esta idea de aprendizaje no ha sido avalada científicamente, por la imprecisión conceptual sobre la relación entre lo consciente y lo inconsciente, al analizar los resultados en las observaciones de casos específicos. Lo único cierto es que, para aprender, se requiere el esfuerzo consciente del individuo y, en consecuencia, no es factible demostrar la efectividad de un aprendizaje adquirido durante el sueño.

Resulta adecuado indicar que, en materia de neuroeducación, no es recomendable hacer una lectura sesgada de los resultados de las investigaciones adelantadas por la neurociencia y restringir todo el potencial del aprendizaje humano a una sola etapa del desarrollo físico y emocional, como si se tratara de una prescripción médica taxativa. Hay que recordar que la educación del ser hu-

mano implica todo un ciclo vital, que solo termina con la muerte.

Según los docentes investigadores, Luis Miguel García Moreno de la Universidad Complutense de Madrid y Aitor Álvarez de la Universidad internacional de la Rioja, citados por Caldentey (2019), los profesores quedan muy expuestos a los neuromitos. Al parecer, muchos educadores

(...) en su afán de aplicar, por ejemplo, un programa educativo para el lenguaje, el docente escucha el término «*neurociencia*» y lo ve atractivo. El problema es que ese profesor no tiene la formación necesaria que le permita discernir entre lo falso y lo verdadero. Por eso es tan importante la capacitación en este terreno (párr. 15).

También agregan que «necesitamos establecer puentes entre el neurocientífico y el educador, en una relación bidireccional. Estaríamos hablando de una disciplina convergente para resolver problemas de aprendizaje en el aula», concluyeron los investigadores.

Las funciones ejecutivas del cerebro

Un paso interesante, frente a lo planteado por García y Álvarez, sería fortalecer la formación continua de los profesores en materia de neuropsicología, por su carácter proyectivo frente al futuro relacionado con la planeación y organización de actividades de aprendizaje. Ante esta necesidad, la psicóloga estadounidense Muriel Deutsch Lezak acuñó, en 1982, el término *funciones ejecutivas del cerebro*, para relacionar las capacidades mentales que son necesarias para configurar una conducta eficaz y creativa, además socialmente aceptada.

En otras palabras, las *funciones ejecutivas del cerebro* son una serie de habilidades cognitivas que permiten la toma de decisiones complejas racionalmente. El desarrollo de estas funciones ocurre gracias al *lóbulo prefrontal*, que distingue al ser humano entre las demás especies de la naturaleza. La finalidad de estas funciones es llevar a cabo acciones concretas, que permiten el alcance de determinados objetivos o propósitos de planificación que se trace una persona; para investigadores como Jesús C. Guillén (2017), las principales funciones ejecutivas del cerebro se agrupan

en tres habilidades básicas que son: el control inhibitorio, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva o de adaptación.

Cuando el ser humano se propone metas para cumplir, las funciones ejecutivas proporcionan el autocontrol ante reacciones instintivas, seleccionar y analizar las conductas, la capacidad de mantener la atención, traducir los errores en aprendizajes, visualizar espacios o tener noción del tiempo, entre muchas otras posibilidades. Estas funciones se pueden desarrollar adecuadamente, en contextos de socialización, con un fundamento pedagógico, sobre todo durante los periodos de formación temprana o complementaria, siempre y cuando se articulen significativamente con el entorno de cada persona.

Con la función de *memoria de trabajo*, por ejemplo, se fortalecen actividades que implican la intervención del intelecto a largo o mediano plazo, concernientes a la retención de palabras o imágenes que se convierten en recuerdos; de igual manera, con la audición musical se pueden asociar sonidos rítmicos y experiencias sensibles. Cuando se requiere mantener la atención focalizada en un periodo de tiempo de prolongada duración, la función de *control inhibitorio* permite que la persona se dedique a una actividad de manera continua. En cuanto a las actividades que implican la alter-

nancia de roles, una labor de relaciones públicas que implique confianza y empatía, indican situaciones específicas para que una persona despliegue la función de *flexibilidad cognitiva* o de adaptación a las circunstancias.

Si bien la zona anterior del lóbulo frontal está acoplada con la totalidad del cerebro, es también la que tiene mayor probabilidad de debilitarse. Entre las causas que pueden ocasionar su deterioro está la variabilidad del estado de ánimo, así como las dolencias físicas y emocionales, que inciden en las motivaciones y actitudes para afrontar cualquier situación. Al respecto, muchas investigaciones han señalado que existe una relación directa entre el déficit en las funciones ejecutivas con las alteraciones del TDAH (trastorno por déficit de atención con hiperactividad), aclarando que esta clase de comportamientos perturban, de manera constante, en lo cotidiano y las relaciones interpersonales (Caballero, 2017). En síntesis, conocer y valorar las funciones ejecutivas del cerebro representa un aporte de gran magnitud para el autoconocimiento, en cuanto a la conservación de la salud y el aprovechamiento de las habilidades intelectuales y emocionales de las personas, en lo académico y en lo laboral.

El *enfoque global metacognitivo*, en la implementación de las funciones ejecutivas, demarca la relevancia pe-

dagógica de un campo de acción que no ha sido asumido, en profundidad, por el cuerpo docente de muchas instituciones; no se ha prestado mucha atención, de forma integral, a las necesidades físicas, sociales y emocionales de los estudiantes, en cualquier etapa de formación. Es decir, que no se debe descuidar el factor lúdico, incluyendo la dimensión emocional, la educación artística y todo lo relacionado con el desarrollo del cuerpo en movimiento.

Aquí aparece otro elemento importante en el análisis de las emociones como el miedo, entendido como una reacción común a todos los animales, humanos y no humanos, para sobrevivir frente a situaciones que significan peligro. Aquellos rasgos humanos como la capacidad artística o el desarrollo de aptitudes matemáticas, resultan inadecuados cuando se trata de «ponerse a salvo» ante una amenaza, porque la exigencia radica en la fuerza corporal, dependiendo de la habilidad de cada especie (volar, nadar o correr) y no tanto de conocimientos o experiencias relacionadas con la contemplación, por esta razón la evolución ha dejado intactas estas funciones al interior del cerebro (LeDoux, 1999).

Desde la neurociencia se está divulgando la importancia de propiciar climas emocionales positivos en el aula, donde se vinculan zonas rela-

cionadas con el hipocampo cerebral, que interviene en la consolidación de la memoria durante el aprendizaje. De ahí que los buenos programas de educación emocional permiten desarrollar una serie de competencias socio-emocionales como la resiliencia, asertividad, autocontrol, empatía, etc., lo cual significa que tanto lo cognitivo como lo emocional no se pueden desligar en un programa educativo (Armstrong, 2006).

Uno de los factores que más influyen en el proceso de enseñanza y aprendizaje es la cooperación entre profesores y estudiantes: se trata, más que trabajar en equipo, de aceptar las opiniones discrepantes, de asumir actitudes solidarias, de promover el respeto ante la heterogeneidad del pensamiento. En este orden de ideas, un buen plan de mejoramiento en la educación pasa por una buena cooperación, propiciada por los docentes, como lo enuncia el experto en neuroeducación Jesús C. Guillén (2017):

El rol del profesor en los tiempos actuales ha cambiado. Ha dejado de ser un transmisor de conocimientos para convertirse en un gestor que acompaña el proceso de aprendizaje del alumno y su evolución personal, fomentando su autonomía a través del conocimiento de sus intereses

y ayudándole a ser un protagonista activo [...] un profesor entusiasmado por su materia pero que sabe mirar con afecto a sus estudiantes, haciendo funcionar en plena sintonía el cerebro racional con el emocional. Y son esos mecanismos inconscientes, que permiten acercar al alumno con su maestro, los que facilitan el aprendizaje y nos hacen ser sociales, es decir, humanos (p. 65).

Aunque la total responsabilidad para llevar a cabo el acto educativo no recae sobre los profesores, en la implementación de un proyecto educativo enfocado en la formación integral de los estudiantes, las bases pedagógicas no deben estar aisladas, sino que deben estar fortalecidas por el conocimiento de los avances en materia neuronal, consultando fuentes autorizadas que hayan sido reconocidas por la comunidad académica y científica.

Síntesis

Como lo corroboran investigaciones recientes, todavía no existe una teoría unificada del cerebro humano; este es un proyecto que se hace cada vez más complejo, si se tienen en cuenta los adelantos tecnológicos y los modos de adaptación humanos. En este sentido, dar cuenta de todos los procesos cerebrales es una labor que genera constantemente nuevos interrogantes. Como lo ha indicado Daniel Pallares (2016) tampoco se puede dar cuenta de la realidad moral del ser humano a partir, exclusivamente, de las estructuras fisiológicas cerebrales, sino que se necesita también de la reflexión filosófica en torno a la moral.

Sin embargo, dos conceptos y su interacción continua, están en el campo del debate de manera estimulante: por un lado, la *razón* y, por el otro, el *corazón*; ambos están en la base de un proyecto común que debe incluir a toda la sociedad. Ese proyecto tiene que ver con la construcción de un mundo poblado por seres humanos que se han educado, no solamente para instruirse en lo tecnológico instrumental, es decir en lo concerniente a la técnica y la ciencia, sino también en la formación de una conciencia responsable y sensible con su entorno. Porque resulta infructuoso embarcarse en la formación de profesionales sin un ápice de sabiduría.

Además, como lo ha indicado el historiador Yuval Noah Harari (2018), en un proyecto educativo que esté en diálogo con los requerimientos actuales, pero con vocación hacia el futuro, deben fortalecerse en los estudiantes las habilidades de uso general para la vida. Entre ellas la capacidad para asumir cambios, de aprender cosas nuevas y, sobre todo, de mantener el equilibrio mental en situaciones a las que no estamos acostumbrados. Por tanto, no se trata solamente de inventar nuevas ideas y productos; el reto será aprender a reinventarnos cuantas veces sea necesario. Desde el punto de vista neurológico se reconoce la poca maleabilidad del cerebro en la edad adulta avanzada, dada la dificultad para desplegar la sinapsis. Sin embargo, el reto implica aprender a sentirnos cómodos con lo desconocido, aunque esto indique un desafío para los mismos docentes que son el producto del antiguo sistema educativo.

Lista de referencias

- Armstrong, T. (2006). *Las inteligencias múltiples en el aula. Guía práctica para educadores*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Caballero, M. (2017). *Neuroeducación de profesores y para profesores: De profesor a maestro de cabecera*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Caicedo López, H. (2016). *Neuroeducación, una propuesta educativa en el aula de clase*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Candeltey, D. (2019). Los neuromitos: 6 falsas verdades en Educación. En *Unir Revista*. Recuperado el 19 de febrero de 2020 de <https://www.unir.net/educacion/revista/noticias/los-neuromitos-6-falsas-verdades-en-educacion/549203746212/>
- Cortina, A. (1986). *Ética mínima. Introducción a la filosofía práctica*. Madrid: Editorial Tecnos.
- Cortina, A. (2007). *Ética de la razón cordial. Educar en la ciudadanía del siglo XXI*. Oviedo: Ediciones Nobel.
- Cortina, A. (2011). *Neuroética y neuropolítica. Sugerencias para la educación moral*. Madrid: Editorial Tecnos.
- Crockard, A. (1992) *Neurosurgery: The Scientific Basis of Clinical Practice (Vols. 1-2)*. Blackwell Science Inc.
- Damasio, A. (2010). *Y el cerebro creó al hombre*. Barcelona: Ediciones Destino.
- Dehaene, S. (2015). *La conciencia en el cerebro. Descifrando cómo el cerebro elabora nuestros pensamientos*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.
- Edelman, G. y Tononi, G. (2002). *El universo de la conciencia: Cómo la materia se convierte en imaginación*. Barcelona: Editorial Crítica.
- Gazzaniga, M. (2006). *El cerebro ético*. Barcelona: Ediciones Paidós.
- Guillén, J. (2017). *Neuroeducación en el aula: De la teoría a la práctica*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Harari, Y. (2018). *21 lecciones para el siglo XXI*. Bogotá: Editorial Debate.
- Higgins, E. (1987). *Auto-discrepancia: una teoría que relaciona el yo y*

- el afecto. *Revisión psicológica*, 94, 319-340.
- Howard-Jones, P. (2011). *Investigación neuroeducativa: neurociencia, educación y cerebro de los contextos a la práctica*. Madrid: Editorial La Muralla.
- Huxley, A. (2014). *Un mundo feliz*. Bogotá: Ediciones Debolsillo.
- James, W. (1989). *Principios de psicología*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- LeDoux, J. (1999). *El cerebro emocional*. Barcelona: Editorial Planeta.
- Llinás, R. (2002). *El cerebro y el mito del yo*. Bogotá: Editorial Norma.
- Locke, J. (2000). *Ensayo sobre el entendimiento humano*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lorenz, K. (1980). *La otra cara del espejo: ensayo para una historia natural del saber humano*. Barcelona: Editorial Plaza & Janés.
- Mora, F. (2017a). *Cómo funciona el cerebro*. Madrid: Alianza Editorial.
- Mora, F. (2017b). *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza Editorial.
- Moreno, J. (2010). *Progress in Bioethics: Science, Policy, and Politics*. Cambridge: MIT Press.
- Morris A. (2017). *La neuroeducación en el aula: Neuronas espejo y la empatía docente*. La vida y la historia, 3(2), 7-18.
- Pallarés, D. (2016). *Bases neuroéticas para la educación moral: una neurorracionalidad dialógica*. Tesis doctoral en ética y democracia presentada en la Universidad Jaume I de Castellón.
- Piaget, J. (1999). *Psicología de la inteligencia*. Madrid: Editorial Crítica.
- Potter, V. (1971) *Bioethics: Bridge to the Future*. New Jersey: Prentice Hall.
- Roskies, A. (2002). "Neuroethics for the New Millennium", «Neuron» 35, p. 21.
- Taylor, C. (2006). *Fuentes del yo. La construcción de la identidad moderna*. Barcelona: Paidós Surcos 21.