

# Pedagogía y biología: nuevas fronteras en la investigación educativa

Pedagogy and Biology: New Borders in the Educational Research Study

Pedagogia e biologia: novas fronteiras na pesquisa educacional

Anita Gramigna\*  
Patricia Delgado-Granados\*\*

\* Doctora en Pedagogía y profesora del Facoltà di Lettere e Filosofia. Dipartimento di Scienze Umane de la Università degli Studi di Ferrara (Italia). Correo electrónico: gramy\_a@libero.it.

\*\* Doctora en Pedagogía y profesora de la Facultad de Ciencias de la Educación. Departamento de Teoría e Historia de la Educación de la Universidad de Sevilla (España). Correo electrónico: patdelgado@us.es.

## Resumen

El presente artículo compara el paradigma neurobiológico, de matriz científicista, con el paradigma pedagógico, de impronta humanista, a partir de la hipótesis de que las ciencias que estudian la vida —la neurobiología, las neurociencias cognitivas, la biología— y las que se ocupan de la educación no pueden hablar lenguajes distintos. En la base de este objetivo subyace la dimensión educativa no solo desde el punto de vista de la optimización del aprendizaje o de la eficacia didáctica de la enseñanza, sino también en el sentido más profundo y epistemológico de las ciencias que la estudian.

## Palabras clave

Educación, epistemología, conocimiento, neurociencia.

## Abstract

The article compares the neurobiological paradigm, of scientific matrix, with the pedagogical paradigm, of humanistic cast, starting from the hypothesis that sciences which study Life - Neurobiology, Cognitive neuro-sciences, and Biology - cannot speak different languages from those sciences in charge of Education. The educational dimension underlines the basis of this goal, not only since the perspective of learning optimization or teaching didactic efficacy, but also in the deepest and the most epistemological sense of sciences by which it is studied.

## Key words

Education, epistemology, knowledge, neuroscience.

## Resumo

O artigo compara o paradigma neurobiológico, de matriz científicista, com o paradigma pedagógico, de marca ou vertente humanista, a partir da hipóteses de que as ciências que estudam a vida —a neurobiologia, as neurociências cognitivas, a biologia— e as que se ocupam da educação não podem falar linguagens distintas. No âmbito deste objetivo encontra-se a dimensão educacional não a partir do ponto de vista da optimização da aprendizagem ou da eficácia didática do ensino, mas também no sentido mais profundo e epistemológico das ciências a que estudam.

## Palavras chave

Educação, epistemologia, conhecimento, neurociência.

Fecha de recepción: Agosto 22 de 2014

Fecha de aprobación: Octubre 11 de 2014

## Introducción

Uno de los objetivos fundamentales de la educación es ayudar al sujeto a elaborar claves de lectura del mundo, pautas de orientación, mapas de organización y codificación del saber, escenarios de sentido, interpretaciones, en fin, herramientas hermenéuticas (Escolano y Gramigna, 2004). Una visión fragmentada, atomística, jerárquica y acumulativa del conocimiento crea desorientación y dificultades en el acto de elegir y decidir con relación a la información que se debe buscar, seleccionar, considerar y vehicular. Por el contrario, tal como sugiere Edgar Morin (1999), una perspectiva inclusiva y un saber integrado nos ayudan a organizar los conocimientos conectando las partes al todo. La función del conocimiento es, pues, situarlos en relación a la multiplicidad de puntos de vista, de los fenómenos y sus interpretaciones, ya que el problema de fondo no es tanto la extensión del saber como su capacidad de interconexión y las transformaciones que provoca esta capacidad. El paradigma de la nueva formación está en los enfoques sistémicos y en las visiones de contexto, globales y complejas, que representan los momentos fundacionales de la organización del saber, además de ser herramientas muy útiles para interpretar el presente.

En el transcurso de la extensísima evolución del *homo sapiens* la vida en el planeta, así como las estructuras neurocerebrales, han ido adquiriendo cada vez más complejidad. La vida se ha organizado en nuevos niveles estructurales que se entrelazan dando lugar a un cambio cualitativo. La conciencia solo ha podido emerger en un alto nivel de organización, a niveles diferentes y de complejidad de las estructuras cerebrales (Ortiz, 2009). Por su parte, la complejidad es una organización a distintos niveles de agregaciones significantes, es decir, las agregaciones son tales en función de una lógica, en la que existen nexos de significados que unen cada uno de los elementos. El aumento de elementos con sus agregaciones implica necesariamente el aumento de interrelaciones, de forma que los efectos de esta trama “danzante”<sup>1</sup> se propagan y se suman. El aumento de interconexiones hace aumentar la intensidad energética, es decir, el flujo de información que, en los seres vivos, “danza” entre las células y sus agrupamientos dentro de un dominio de coherencia. Por dominio de coherencia se entiende la configuración estructural dinámica que contiene, por ejemplo, la trama de las sinapsis neuronales. Se trata del esquema organizado que da vida a

esa unidad de procesamiento central que es el cerebro o que implica la “forma” de los organismos vivos a partir de los más simples, por ejemplo, las bacterias.

En definitiva, como afirma Boncinelli (2000): “Todo ser vivo es una trampa para capturar información” (p. 53). Esto, en nuestra opinión, confirma de alguna manera la continuidad de significado entre vida y formación. Los organismos, incluso los más elementales, para vivir necesitan información de su contexto. Desde ese punto de vista, el conocimiento, y por tanto la formación, representa una necesidad vital. La vida misma no puede subsistir sin realizar actos cognitivos. Por ello, en términos de epistemología pedagógica, se puede afirmar de manera razonable que el conocimiento es una estructura ontológica de la vida. Sin conocimiento no puede haber ningún acto vital. En este sentido, Maturana y Varela (1987) afirman que todo acto vital es un acto de cognición. Por lo tanto, un sistema vivo es un sistema que se *trans-forma*, que muta produciendo y metabolizando diferencias. Por este motivo:

[...] centrándonos en las bacterias, los sistemas vivos más simples, hemos caracterizado a la célula viva como una red metabólica cerrada a nivel de estructura organizativa, delimitada por una membrana y capaz de autogenerarse. En esta red hay distintos tipos de macromoléculas enormemente complejas: las proteínas estructurales, las enzimas que actúan como catalizadores en los procesos metabólicos, el ARN, mensajero que transporta la información genética y el ADN, que conserva la información genética y es responsable de la auto-replica de la célula. (Capra, 2004, p. 66)

La célula viva más elemental ya está estructurada en su diferenciación, y es precisamente esa íntima multiplicidad lo que le permite, con la posibilidad de la vida, relacionarse con el exterior. La comunicación, que tiene lugar a través de la membrana, le permite absorber energía en términos de alimento e información. De ese modo, el intercambio energético que el organismo vivo (todo organismo es en realidad un sistema) efectúa con su entorno se puede definir como acto cognitivo. Y del mismo modo, toda cognición es una creación, como sugiere Morin (1987), es decir, una acción generativa.

Se perfila así una visión sistémica de la vida y del conocimiento, que ya había sido anunciada en la década de los sesenta por Gregory Bateson (1979), que incluye a todos los seres vivos porque representan la condición de la vida. Sergio Manghi (2004, p. 35), profundo conocedor de la obra de Bateson, nos recuerda que todos los organismos, para poder sobrevivir y reproducirse de forma elemental, deben

1 El término “danza de relaciones” fue introducido por Gregory Bateson y es la estructura portante de su epistemología. Cfr. Bateson, G. y Bateson, M. C. (1987). *Angels fear. Toward an epistemology of the sacred*; Bateson, G. (1979).

saber obtener segundo a segundo, de la acumulación de la infinita información posible, un cuadro del contexto en el que viven y actúan. Un cuadro que haga compatible la propia biografía, en la irrepensible singularidad del instante, con todo lo que sucede dentro y alrededor. Ninguna realidad exterior prefabricada le puede facilitar información para ese cuadro. Por otra parte, no hay ningún genoma interno que pueda dar instrucciones adecuadas prefabricadas para ese instante irrepensible y de alguna manera siempre imprevisible. La combinación entre vínculos internos y externos solo puede ser un acto creativo. En este sentido, Bateson nos enseña a redescubrir el mundo que nos rodea desde una nueva epistemología basada en ver a la naturaleza y a la mente como unidad; una unidad no entendida como un vínculo cualquiera, sino con un carácter sagrado, estético, holístico: “La mayoría de nosotros hemos perdido ese sentido de la unidad de biosfera y humanidad que nos ligaría y nos reconfortaría a todos con una afirmación de belleza. La unidad del sistema combinado es necesaria” (1979, p. 163).

La mente, la cognición, en el más amplio sentido del término, es energía, intercambio, mutación, autorrenovación y transformación, es decir: *autopoiesis*. ¿Qué significa esto? Significa que todo ser vivo se acopla estructuralmente a su entorno a través de las interacciones que provocan cambios sistémicos, es decir, tanto en el individuo como en el contexto. Y es precisamente dicho “acoplamiento” estructural lo que delimita la frontera entre lo vivo y lo no vivo. En este sentido, la contribución de los estudios de Capra (2004) ha sido esencial. En definitiva, como también afirma Morin (1980), todo organismo es un sistema cuyo intercambio energético con el entorno puede definirse como acto cognitivo. Un acto que produce conocimiento. Sin embargo, si esto es cierto, las ciencias que estudian la vida y las que estudian la educación tienen que aprender a dialogar y a confrontar sus paradigmas y epistemologías.

## Conocimiento y trans-formación

Antes de adentrarnos en el tema es importante aclarar el sentido que damos a algunos términos clave que utilizaremos en nuestro razonamiento. ¿Qué entendemos por *conocimiento*? Se trata de un fenómeno dinámico no solo porque se mueve, sino porque produce cambios tanto en los individuos como en los contextos. Así pues:

1. Tiene un carácter procesual y transformativo.
2. Tiene función de autogeneración y autoconservación, ya que la información “capturada”

del contexto, organizada en estructuras significantes, y relacionada con nuevos agrupamientos genera nueva información, es decir, produce conocimiento en cuanto que ayuda al organismo a moverse en su entorno con competencia y a transformarlo para vivir mejor.

3. La función del conocimiento no es solo “autogenerativa”, sino también hermenéutica, porque proporciona las claves para leer el entorno en el que nos movemos y los puntos de orientación, además de las herramientas conceptuales, metodológicas y cerebrales de “construcción” del saber.

Para vivir necesitamos elaborar un mapa del mundo compatible con la biografía del contexto en el que vivimos. Ningún genoma nos puede dar todo lo necesario para definir dicha elaboración, sencillamente porque la realidad en la que nos movemos está en continuo movimiento y siempre pueden surgir variables o imprevistos. Por este motivo podemos llegar a la conclusión de que todo acto cognitivo es también un acto creativo. Aunque el conocimiento tenga además una función de autoconservación, porque en este juego de orientación nos ayuda a sobrevivir y a construir un entorno-mundo adecuado a nuestra vida. Y esta es precisamente la función de la ciencia y de la tecnología, que son productos del conocimiento, no los únicos, porque asimismo hay un conocimiento de naturaleza espiritual que se nutre sobre todo de la dimensión estética<sup>2</sup>.

Toda la actividad de la mente se desarrolla en este juego de interrelación entre los individuos y su entorno porque dichas interrelaciones son actos cognitivos. Sin embargo, si podemos afirmar que la actividad mental es inmanente a todos los organismos, cualquiera que sea su complejidad biológica, incluso los seres que no tienen sistema nervioso; entonces, ¿qué es lo que distingue a los seres humanos? La opción de elegir sobre la base de la atribución de valor. Tal facultad está en la base del comportamiento ético y se sirve de la capacidad de abstracción, es decir, de la posibilidad de crear símbolos. Los símbolos son espacios de organización y elaboración de nociones y conceptos que nos permiten conservar un gran número de datos cognoscitivos y construir, al mismo tiempo, una semántica. Esta es una aptitud emergente de los símbolos y de su capacidad de agregar, integrar y organizar conceptos. Aunque también lo es la conciencia de la situación, es decir, el conoci-

2 Este tema se ha desarrollado en el ensayo de Gramigna, A., Righetti, M. y Rosa, C. (2008), y en Gramigna, A. y Righetti, M. (2010).

miento consciente del contexto y del mundo como un todo integrado. La autoconciencia es la conciencia de uno mismo dentro de ese conocimiento.

A cierto nivel de actividad mental emerge la conciencia y, con ella, la facultad de tomar decisiones con base en un juicio, el cual, a su vez, actúa con el criterio de atribución de valor. En resumen, yo adopto un comportamiento determinado y actúo de determinada manera con base en una atribución de valor. Dicha atribución responde a la pregunta: “¿para qué me sirve?”, solo a los niveles más básicos e inmediatos, porque se trata de una atribución de valor que tiene en cuenta la dinámica relacional más sencilla. Ahora bien, es importante explorar los términos implicados en este extenso razonamiento, para intentar aclarar a qué nos referimos cuando hablamos sobre mente, cerebro, inteligencia y conciencia. Así, precisaremos, en definitiva, lo que entendemos por aprendizaje y formación.

La mente se puede definir como un proceso susceptible de ser observado y vivido tanto desde el exterior como desde el interior. La mente expresa una capacidad: la inteligencia, que consiste en identificar nexos, por muy recónditos que sean, entre situaciones, fenómenos y contextos. La reactividad de nuestra mente — como de cualquier ser vivo — consiste en la intensidad y en la densidad del flujo de información. La unidad central de procesamiento de la mente es el cerebro. El cerebro es una organización reticular de células interconectadas: células vinculadas por miles de millones de nexos “solidarios”, es decir, por sinapsis que transportan el flujo de información captado por los sensores y que permiten que esa información sea procesada. Pero nuestro cerebro no fotografía la realidad: la interpreta. En este sentido, es esencialmente importante que en materia educativa tengamos presentes las características funcionales del cerebro humano, de modo que sea posible desarrollar técnicas y estrategias de transmisión del conocimiento compatibles con la biología del aprendizaje. En términos del Leslie Hart (1999, p. 34), se trataría de “ajustar los escenarios y la instrucción a la naturaleza del cerebro”, es decir, orquestar el aprendizaje del aula para que sea compatible con cuerpo-cerebro.

Según Richard Gregory (1966), nosotros recibimos imágenes poco definidas de los objetos que nos rodean, nuestros ojos perciben formas distorsionadas e imprecisas, pero como la visión es un acto creativo, a través de los estímulos que llegan a la retina creamos un mundo ordenado y lúcido. Nuestra mente interpreta lo que perciben los sentidos, elabora claves de lectura y narraciones, ¿cómo? Identificando la regularidad, buscando coherencias y

estableciendo nexos causales. Nuestros mecanismos cognitivos básicos tienden a identificar la regularidad. Del mismo modo, dado que los circuitos neuronales trabajan tanto en serie como en paralelo, nos inducen a construir un orden del mundo a través de categorías que conocemos: tiempo, espacio, causalidad y también colores, olores y sonidos. En definitiva, construimos nuestro contacto con lo real basándonos en una tendencia, o programa, que es biológica pero que se ha ido estructurando en relación al entorno. En otras palabras, la mente *interpretante* se forma mientras *trans-forma* su campo cognitivo y, con él, el mundo; el cual se manifiesta a nuestros sentidos como una representación, que es una forma de interpretación. En este sentido, podríamos llegar a afirmar que el *bios*, la naturaleza de la vida, se descifra a través de un proceso sustancialmente interpretativo. Este aspecto ya había sido explicado por Gadamer (1993), cuando afirma que la interpretación es la forma de cualquier experiencia del mundo, cuestionando definitivamente cualquier pretensión de objetividad tanto del método científico como del conocimiento que produce.

Nuestra conciencia perceptiva es la creación de una mente interpretante. Por lo tanto, el mundo, en todas sus probabilidades, no es como lo vemos (Merleau-Ponty, 2003), aunque la mente responde con más lentitud a los automatismos del cerebro. De hecho, si por un lado optimiza y exalta la función del cerebro, por otro, lo limita, proponiendo reacciones lentas cuando el instinto pide respuestas automáticas y rápidas. Por su parte, el conocimiento, fruto de la interacción compleja entre los sentidos y el cerebro, inventa uniformidades, representaciones y abstracciones que nos ayudan a orientarnos en el mundo, a adaptarnos a su dinamismo, a afrontar los problemas. Así pues, aunque es verdad que de alguna manera el conocimiento está trazado en nuestro sistema nervioso, también es verdad lo contrario, es decir, que nuestro sistema nervioso se *trans-forma* con las experiencias que el mundo le ofrece. El sistema nervioso está formado por tejido neural. El cerebro es el sistema nervioso central, conectado a todos los puntos de nuestro cuerpo a través de los nervios, que son haces de axones. Los agentes de la educación deben sondear estos mecanismos para elaborar las estrategias de optimización de los aprendizajes y para renovar, desde una dimensión crítica e integral, su propia epistemología. La investigación contemporánea destaca el carácter holístico del conocimiento y la importancia de las posiciones epistemológicas orientadas a comprender e interpretar los elementos racionales con los emocionales y motivacionales, construyendo mapas de información

e interpretación que se construyen y reconstruyen de manera continua (Korthagen, 2004). Estas representaciones conforman la esencia cognitiva, afectiva y comportamental de cada sujeto. Como señala Damasio (1999), la naturaleza compleja del pensamiento y la conducta humana no podrían entenderse sin el componente valorativo y emocional del sujeto.

La escuela, la universidad, los centros de investigación, las distintas instituciones educativas y el trabajo deberían contribuir a elaborar una descripción elástica pero satisfactoria, es decir, que proporcione un mapa de orientación de lo contemporáneo. Necesitamos un sistema conceptual dinámico y ecológico del contexto sociocultural al que pertenecemos. Esta necesidad tiene que remitir, desde un punto de vista formativo, a una dinámica de “asimilación” de las experiencias y, al mismo tiempo, de “acomodación” del sistema, que es hermenéutico, y de comprensión de su mundo (Piaget, 1987; Aqueci, 2003). Es decir, la construcción de una estructura dinámica de interpretación de la realidad que contemple estrategias de revisión constante, motivada a partir de nuestro interés de conocimiento práctico (*phronesis*).

Se trata de construir —como producto y también como actitud cognitiva— un sistema cambiante y complejo que genere sus propios mecanismos reguladores y que tenga capacidad de retroacción, pero ¿cuáles son estos dispositivos reguladores? los valores, las sinestesias, las condiciones de estabilidad de la estructura de referencia y los procesos de integración de la información recibida. Como el sistema nervioso no trabaja “capturando” datos del mundo exterior, sino que los filtra, los interpreta y los procesa, es ingenuo pensar que se puede obtener una descripción objetiva del mundo (Maturana, 1997; Maturana y Porkensen, 2004). Así pues, nuestra epistemología implica un enfoque hermenéutico, siendo bien conscientes del ineludible relativismo de la propia percepción. Semir Zeki (2001) considera que los seres humanos:

Nos pasamos la vida luchando contra esta inestabilidad y nuestro sistema nervioso está genéticamente predispuesto para mantener una percepción coherente de estímulos que se modifican constantemente. La abstracción, es decir, nuestra capacidad de formar una idea general a partir de lo particular juega un papel fundamental en la función que realiza nuestro cerebro para mantener una constancia perceptiva. (p. 59)

Las regularidades a través de las cuales inventamos leyes científicas, mapas de carretera y recetas de cocina son intentos más o menos eficaces de dominar la ambigüedad de lo real. El Premio Nobel

de Medicina, Francois Jacob (1999), ya nos enseñó que nuestro cerebro crea una imagen de la realidad, filtrando solamente determinados aspectos. Así pues, el conocimiento tiene que ver con esta construcción que, repetimos, es una interpretación. Las razones de esta selección de datos, que primero se filtran y luego se interpretan y reconstruyen, responden a una necesidad biológica. Efectivamente, la percepción depende de los órganos que controlan nuestros sentidos y de la obra de integración que pone en marcha el cerebro. En resumen, podríamos afirmar que poseemos un conocimiento intuitivo del mundo exterior. Dicho conocimiento, que es una construcción del sistema nervioso, representa una especie de modelo para elegir, almacenar y organizar la información de la forma más conveniente. Sin embargo, esta impronta “pragmática” no debe inducirnos a engaño; en efecto, si es cierto que la construcción del conocimiento tiene origen pragmático, es decir, vinculado a la necesidad de preservar la supervivencia del mejor modo posible, también es verdad que el desarrollo del conocimiento y de la cultura alcanza resultados de elaboración y de abstracción que superan con mucho el logro de este propósito. La evolución del conocimiento y de sus productos, algunos de los cuales pueden poner en serio peligro la vida de todo el planeta, nos muestra la tendencia al alejamiento de este implícito primigenio de carácter biológico. Este alejamiento, esta aparente libertad de la urgencia de la subsistencia, lleva tanto a las manifestaciones de arte más sublimes como a las armas de destrucción masiva más sofisticadas. Si es cierto que el desarrollo técnico-científico ha traído consigo enormes ventajas en cuanto a calidad de vida, también es cierto que el enorme potencial de conocimiento puesto a disposición de la ciencia todavía no ha alcanzado el objetivo —admitiendo que alguna vez lo haya sido— de acabar con el hambre en el mundo.

Tras los estudios citados y de acuerdo con la perspectiva hermenéutica, estamos convencidos de que, aunque las experiencias activen los procesos de conocimiento de lo real, no determinan su determinación objetiva. Si esto es verdad, el conocimiento es un proceso que se descifra a través de las correlaciones que se cruzan entre el mundo y nuestro sistema de representación, el cual está estrechamente relacionado con el sistema neuronal. A nosotros nos corresponde valorar, con la máxima competencia posible, su intrínseca coherencia, tanto en relación a nuestro sistema cultural y biológico de referencia como a los contextos en los que nos movemos. A nosotros nos corresponde verificar la resistencia y la coherencia de la red estructural que organiza, con nuestra epistemología, nuestra propia cognitividad.

Aplazar o renunciar a un placer por un bien futuro, para nosotros o para los demás, implica el compromiso de la conciencia en el proceso de toma de decisiones. La valoración que motiva esta elección presupone imaginar un “bien” futuro para uno mismo y/o para los demás. Es una especie de previsión que debería imaginar lo que está por suceder. Es lo que Rodolfo Llinás (2001, p. 57) define como “la máxima función cerebral”. Los primeros estudios sobre el tema se remontan a los años noventa del siglo pasado. En aquellos años, el grupo dirigido por Giacomo Rizzolatti en la Universidad de Parma estudiaba las neuronas motoras del área premotora del lóbulo frontal de los macacos, observando que algunos grupos de neuronas solo se activaban si determinados movimientos —como atrapar la comida— tenían un objetivo. Se trabajó pues con la hipótesis de que el área premotora afectada contuviera una especie de “vocabulario” de actos con una finalidad implícita. Más adelante se verificó que había neuronas que se activaban cuando estaba clara la intención del sujeto observado de realizar una acción determinada. Se dedujo que las neuronas espejo podrían generar algo así como una representación de la acción observada que precedería a la capacidad de comprender dicha acción, además de aprender por imitación. ¿Qué significa esto? Significa que, de ese modo, los macacos —y también los niños— aprenden a reproducir una secuencia observada precisamente gracias a estas neuronas que generan una activación interna del acto observado. Si bien es cierto que este no es el único mecanismo que implica el aprendizaje por imitación, sin duda es plausible pensar que es el modo más sencillo, más directo y quizá más antiguo desde el punto de vista de la evolución.

Por otra parte, Rizzolatti y Arbib (1998) creen que podría ser el substrato neurológico sobre el que ha evolucionado el lenguaje. Partiendo de la hipótesis de que el lenguaje ha evolucionado desde un sistema comunicativo de tipo gestual, los autores han constatado que el procesamiento lingüístico implica regiones motoras coherentes con el contenido semántico. El debate sobre estos temas sigue abierto y, en parte, la polémica continúa, si bien es indudable que este refinado dispositivo llamado “neuronas espejo” está implicado en los mecanismos del aprendizaje.

En general, esto puede significar que nuestro sistema cerebro-mente ha evolucionado poco a poco especializándose en sopesar nuestros intereses, pero también los de nuestro “prójimo”: hijos, parientes, amigos, grupo, comunidad, etc. También se puede afirmar que esta “competencia social” va unida al desarrollo de la cerebralización, la aparición de la conciencia. Y eso no es todo, porque es innegable

que en la praxis de solidaridad social, en las distintas formas de apego y cuidado, surgen emociones, sentimientos, empatías, deseos y tolerancias que van a la par con la capacidad de previsión y cooperación. Lo que significa que la cerebralización no está exenta de tensiones afectivas. Sin lugar a dudas, las emociones —sean o no conscientes— tienen un efecto prolongado en el tiempo si se transforman en sentimiento y llegan a la conciencia. Lo que significa que solamente con una clara percepción del sentido de sí mismo, el sujeto llega a ser consciente de sus sentimientos. En esta dirección, y citando una hermosa declaración de Damasio (2003, p. 59), podemos afirmar que el sentimiento es la experiencia mental de la emoción.

Las emociones y los sentimientos tienen una base biológica común. Las emociones son cadenas de respuestas químicas y neuronales, y por tanto son procesos biológicos que dependen de dispositivos cerebrales innatos. Representan una respuesta específica a una situación inductora. El dolor y el placer responden a objetivos adaptativos del programa biológico, nos indican una disfunción, un peligro, la solución de una dificultad o la satisfacción de una necesidad.

La capacidad de imaginar lo que todavía no existe, o de prever las consecuencias de un comportamiento determinado, implica la posibilidad de predecir las acciones de los demás, de interpretar sus reacciones, estados de ánimo, sentimientos e intenciones. Es la tensión empática de la inteligencia, que se funde con la competencia social y se nutre de la tensión emocional. Como se ha visto, en la base de la capacidad de comprender los estados mentales de los demás están los mecanismos cerebrales en los que desembocan las neuronas espejo, las cuales implican la comprensión de una intención o un fin (Rizzolatti y Sinigaglia, 2006).

El mecanismo neuronal que podríamos llamar “empático”, con toda probabilidad, es uno de los elementos biocognitivos subordinados a nuestras competencias sociales, a nuestras elecciones morales y a la capacidad de tomar decisiones, porque podría ayudarnos a comprender las intenciones de nuestros semejantes. Mi cerebro podría imitar las señales exteriores de un estado, por ejemplo de sufrimiento o miedo, haciéndome percibir en parte la misma emoción y reconociéndola. Es decir, el circuito de imitación simularía las expresiones emocionales faciales de otros sujetos. Este mecanismo pertenece al sistema neurocognitivo que rige la comprensión, previsión y gestión de las relaciones entre individuos. Esta experiencia condicionaría la actividad en el sistema límbico, en cuya área la emoción asociada

a una determinada expresión es percibida por la observación (Iacoboni, 2009). El constante proceso de toma de decisiones que realiza nuestro cerebro pone en marcha una especie de sedimentación de las soluciones a los problemas a los que se enfrenta. Esta sedimentación podría definirse como conocimiento o aprendizaje que proporciona un esquema de acción susceptible a continuos ajustes. Los hábitos tienen mucho que ver con estos esquemas de acción.

Todo ello tiene repercusiones evidentes no solo en el ámbito de las competencias sociales, es decir, en las normas que regulan y organizan en distintos contextos las relaciones entre individuos y comunidad, sino también en el campo más general de la formación por las consecuencias de estos aprendizajes en la esfera existencial. Asimismo, Patricia Churchland (2012) afirma que las valoraciones traen consigo prácticas sociales que se materializan en hábitos, valores morales y costumbres. A diferencia de Rawls, Churchland considera que el pilar básico donde se sustenta la moralidad humana está en la capacidad del sujeto en valorar unas decisiones o medidas ante los problemas que se le plantea en la cotidianidad. La valoración tiene, por tanto:

Su origen en las emociones, en las pasiones endémicas de la naturaleza humana y en los hábitos sociales adquiridos en la infancia. Los procesos valorados utilizan la memoria y llegan de la capacidad de resolver problemas. La razón no crea valores, sino que se modela a su alrededor y los empuja en nuevas direcciones. (2011, p. 194)

En definitiva, el vivir social está estrechamente vinculado a la capacidad de nuestro cerebro de aprender pero, al mismo tiempo, gracias al proceso de cerebralización tienen su origen las primeras formas culturales de socialización; en su forma bifronte, las dos caras de una misma moneda. Hay una dimensión genética de la moral y una dimensión moral de la genética. Hay unas bases biológicas modeladas tanto por la ecología local del contexto como por sus avances culturales y educativos.

Sin embargo, lo que está claro es que existe un fascinante proceso evolutivo que, poco a poco, llega hasta la conciencia. En la conciencia, la atención, la memoria y los aprendizajes representan momentos importantes de desarrollo, cuyas fases son difícilmente separables. Una especie de interacción relacional y procesual cuya sinergia repercute en todos los elementos en juego, en sus dinamismos e innovaciones. Con toda seguridad, podemos afirmar que el comportamiento ético, la elección moral y la opción de valor tienen su origen en la conciencia. Y el conocimiento representa, al mismo tiempo, una herramienta de acción y de

expansión. Cualquier actividad humana, ya sea de tipo artesanal, artística, técnica o deportiva, implica aprendizaje —actividad inherente al ser humano, desde su nacimiento, a lo largo de la vida, y hasta el final de la misma— haciendo referencia tanto al proceso como al resultado del mismo.

## A modo de conclusión

El ser vivo está siempre dentro del juego vital de percibir, leer, componer y codificar la información genética y de su entorno, dentro de esquemas de acción plausibles, en constante y mutua compenetración con la propia subjetividad en la visión de conjunto. La elaboración de estos esquemas, su implicación comunicativa y su recomposición, representan fases de la vida ya que confirman su presencia y permiten, con su desarrollo, la existencia. Al mismo tiempo, son actos cognitivos incluso cuando se explican fuera de la esfera de lo que llamamos conciencia, porque hacen que el organismo sea competente para su vida en ese contexto.

El escenario de las últimas investigaciones científicas muestra la necesidad de una mirada sistémica, un horizonte conceptual integrado y un vocabulario abierto que permita interpretar, narrar y afrontar su complejidad.

La epistemología compleja de la educación es aquella que “aprende”, es decir, la que sabe interpretar el cambio porque es capaz de reconfigurarse ante los procesos que encuentra. Es compleja porque contempla un repertorio de procesos, nexos y herramientas tan amplio como articulado en estructuras diferentes. Su complejidad, paradójicamente, hace que nuestra elección de valores resulte menos complicada, en sentido de que nos ayuda a afrontar la sensación subjetiva de dificultad que estos tiempos de crisis nos imponen. Si la complejidad va unida al aumento del número de elementos que señalan el presente, solo una epistemología capaz de organizar la interacción dinámica de dichos elementos y sus efectos puede ofrecernos respuestas exhaustivas desde el punto de vista formativo. De hecho, una epistemología así podría leer la entropía, el desorden que genera la incertidumbre y del que nace la sensación de estar perdidos que nos caracteriza, construyendo un dominio de coherencia, es decir, extendiendo en el tiempo y en el espacio una red de relaciones significativas entre los fenómenos que connotan nuestro mundo. Además, como sería capaz de aprender, sabría corregir sobre la marcha las propias acciones de acuerdo con los resultados parciales obtenidos con un efecto virtuoso de carácter multiplicativo.

Su red de estructuras se organiza en una jerarquía elástica, dinámica, fuertemente integrada y, al mismo tiempo, abierta. Se trata de un andamiaje organizativo del conocimiento con el cual interpretamos y construimos, que tiene por tanto una tensión activa y concreta. Activa porque actúa en el plano de lo real y concierne tanto a los procesos como a la adquisición, construcción y organización de datos cognitivos. Y concreta porque se refiere al modo en que vemos el mundo, a las preguntas que nos hacemos cuando actuamos y que dirigen nuestra conducta, y a las hipótesis de nuestra investigación y sus procedimientos. El conocimiento, que es su objeto de estudio, nos orienta en la jungla de relaciones en la que nos movemos, nos ayuda a reconocerlas, a construir nuevas relaciones y a trazar rutas de significación; es decir, nexos solidarios.

La epistemología compleja de la formación construye su teorización alrededor del episteme de la solidaridad porque persigue relaciones, procesos y dinámicas que representan, al mismo tiempo, nexos éticos y cognitivos. Con este fin, la escuela y la universidad, a través de una organización sistémica de los saberes disciplinares, deberían ayudar a construir narraciones evolutivas y procesuales sobre las diferencias —humanas, culturales, religiosas, históricas, biológicas...— para leer los problemas globales. En efecto, historizar las ciencias puede ayudar a los estudiantes a entender que el conocimiento es un proceso reticular individual y colectivo en perenne *trans-formación*. Esto implica formalizar e interconectar experiencias, lenguajes, tradiciones, enfoques y puntos de vista para elaborar mapas cognitivos abiertos y flexibles y recodificarlos. Se trata de educar una sensibilidad “para aprender a aprender”, para ampliar estrategias, contenidos y herramientas a otros campos y situaciones; para “saber que no se sabe”, para recolectar las semillas fecundas de tantas diferencias y sus significaciones; además de estar dispuestos a considerar “no saber que no se sabe”, es decir, estar disponibles para reordenar la propia teoría del conocimiento frente a nuevas experiencias.

## Referencias

- Alonso, C.; Gallego, D. y Honey, P. (1994). *Los estilos de aprendizaje*. Bilbao: Mensajero.
- Aqueci, F. (2003). *Ordine e Trasformazione. Morale, Mente, Discorso in Jean Piaget*. Acireale-Roma: Bonanno.
- Bateson, G. (1979). *Mind and Nature: A Necessary Unity*. New York: Dutton.
- Bateson, G. (1988). *Pasos hacia una ecología de la mente. Una aproximación revolucionaria a la autocomprensión del hombre*. Buenos Aires: Carlos Lohlé.
- Bateson, G. y Bateson, M. C. (1994). *El temor de los ángeles. Epistemología de lo sagrado*. Barcelona: Gedisa.
- Boncinelli, E. (1993). *Una sagrada unidad. Pasos ulteriores hacia una ecología de la mente*. Barcelona: Gedisa.
- Boncinelli, E. (2000). *Il cervello, la mente e l'anima*. Milán: Mondadori.
- Capra, F. (2004). *La scienza della vita. Le connessioni nascoste fra la natura e gli esseri viventi*. Milán: BUR.
- Churchland, P. S. (2011). *Braintrust*. Princeton, NJ: Princeton University Press (hay trad. esp. en Paidós, 2012: El cerebro moral).
- Churchland, P. S. (2012). *Neurobiologia della morale*. Milán: Cortina.
- Damasio, A. (1999). *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness*. London: Heinemann.
- Damasio, A. (2003). *Emozione conoscenza*. Milán: Adelphi.
- Escolano, A. y Gramigna, A. (Ed.) (2004). *Formazione e interpretazione. Itinerari ermeneutici nella pedagogia sociale*. Milán: Angeli.
- Gadamer, H. G. (1993). *Verdad y método. Fundamentos de una hermenéutica*. Salamanca: Ediciones Sígueme.
- Gramigna, A. y Righetti, M. (2010). *Inquietudini euristiche. Saggi di estetica della formazione*. Bologna: Clueb.
- Gramigna, A.; Righetti, M. y Rosa, C. (2008). *Estetica della formazione. La bellezza nella conoscenza*. Milán: Unicopli.
- Gregory, R. L. (1966). *Eye and Brain. The Psychology of Seeing*. London: Weidenfeld and Nicolson.
- Hart, L. (1999). *Human Brain & Human Learning*. London: Paperback, Teacher's Edition of Textbook.
- Iacoboni, M. (2009). Neurobiology of Imitation. *Current Opinion in Neurobiology*, 19, 661-665.
- Jacob, F. (1999). *La lógica de lo viviente. Una historia de la herencia*. Barcelona: Tusquets.
- Korthagen, F. A. J. (2004). In search of the essence of a good teacher: Towards a more Holistic Approach in Teacher Education. *Teaching and Teacher Education*, 20(1), 77-97.
- Llinás, R. R. (2001). *I of the Vortex: From Neurons to Self*. Cambridge, MA: MIT Press.



- Manghi, S. (2004). *La conoscenza ecologica. Attualità di Gregory Bateson*. Milano: Raffaello Cortina.
- Maturana, H. (1997). *La realidad: ¿objetiva o construida?* [II. Fundamentos biológicos del conocimiento]. México: Universidad Iberoamericana, ITESO, Anthropos.
- Maturana, H. y Porkensen, B. (2004). *Del ser al hacer. Los orígenes de la biología del conocer*. Santiago de Chile: J. C. Sáez.
- Maturana, H. y Varela, F. (1987). *Autopoiesis and Cognitions. The realization of the Living*. New Jersey: D. Reidel, Dordrecht.
- Maturana, H. y Varela, F. (1992). *The Tree of Knowledge, the Biological Roots of Human Understanding*. Boston: Shambhala.
- Merleau-Ponty, M. (2003). *Fenomenologia della percezione*. Milán: Bompiani.
- Morin, E. (1980). *La méthode. 2: La vie de la vie*. Paris: Seuil.
- Morin, E. (1999). *Educare gli educatori. Una riforma del pensiero per la Democrazia cognitiva*. Roma: Eduo.
- Ortega, P. (2009). La pedagogía crítica: reflexiones en torno a sus prácticas y desafíos. *Pedagogía y Saberes*, 31, 26-35.
- Ortiz, T. (2009). *Neurociencia y educación*. Madrid: Alianza Editorial.
- Piaget, J. (1987). *Introducción a la epistemología genética*. Buenos Aires: Paidós.
- Rizzolatti, G. y Arbib, M. A. (1998). Language within our grasp. *Trends Neurosci*, 21 (5), 188-194.
- Rizzolatti, G. y Sinigaglia, C. (2006). *So quel che fai, il cervello che agisce e i neuroni specchio*. Milán: Raffaello Cortina Editore.
- Zeki, S. (2001). Artistic Creativity and the Brain. *Review Science*, 293(51), 51-74.