

INTRODUCCIÓN AL MONOGRÁFICO

Neurociencias y Educación Neurosciences and Education *Neuroscienze e Educazione*

Jairo Alberto Zuluaga Gómez, COLOMBIA

RESUMEN

El presente trabajo pretende plantear un análisis global de la naturaleza, sentido e implicaciones de las neurociencias en el en lo que se refiere a la infancia y a los diversos campos de intervención sobre ella: la neonatología, el neurodesarrollo, la construcción de los vínculos familiares, la educación. Se analiza el desarrollo de las neurociencias desde tres contextos: el demográfico, el de la diversidad y singularidad de los sujetos y el de la multiculturalidad. El artículo concluye sometiendo a crítica 4 medias verdades (neuromitos) que se han ido estableciendo en relación a las neurociencias: (a) el mito de la plasticidad y los periodos críticos del desarrollo cerebral; (b) el mito de la diversificación funcional de las diversas zonas y hemisferios cerebrales; (c) el mito de los estilos cognitivos y (d) el mito de los neuronutrientes. Como conclusión se señalan algunas recomendaciones para la correcta transferencia y uso de las aportaciones de las neurociencias a la educación.

Palabras clave: Neurociencias; Educación Infantil; Neurodesarrollo; Neuromitos; Cerebro infantil

ABSTRACT

The present text intends to develop a global analysis of the nature, meaning and implications of the neurosciences in regard to childhood and to the various fields of intervention related: neonatology, neurodevelopment, building family ties and education. The

development of neurosciences is analyzed from three main contexts: the demographic context, the diversity and singularity of the subjects and the multiculturalism. The work concludes by submitting into critique 4 half-truths (neuromites) that have been established in relation to the neurosciences: (a) the myth of plasticity and the critical periods of brain development; (b) the myth of the functional diversification into the different cerebral hemispheres and zones; (c) the myth of cognitive styles and (d) the myth of neuro-nutrients. As conclusions, some recommendations for the correct transfer and the use of neuroscience contributions to education are indicated.

Keywords: Neurosciences; Early Childhood Education; Neurodevelopment; Neuromites; Infant brain

RIASSUNTO

Il presente lavoro intende effettuare un'analisi globale della natura, del significato e delle implicazioni delle neuroscienze per ciò che riguarda l'infanzia ed i diversi campi di un intervento su di essa: la neonatologia, lo sviluppo neurologico, la costruzione delle relazioni familiari, l'educazione. Si è inteso analizzare lo sviluppo delle neuroscienze da tre prospettive: quella democratica, quella delle differenze e quella dell'individualità dei soggetti e della multiculturalità. L'articolo si conclude con la critica a quattro verità mediatriche (neuromiti) che si stanno affermando sulle neuroscienze: (a) il mito della plasticità e dei periodi critici dello sviluppo cerebrale; (b) il mito

della diversificazione funzionale delle diverse zone e degli emisferi cerebrali; (c) il mito degli stili cognitivi e (d) il mito dei neuronutrienti. Come conclusione si segnalano alcune raccomandazioni per la corretta traslazione e uso dei contributi delle neuroscienze in educazione.

Parole chiave: Neuroscienze; Educazione infantile; Neurosviluppo; Neuromiti; Cervello infantile

A MANERA DE INTRODUCCIÓN. PARODIANDO EL MUNDO FELIZ DE HUXLEY

Imaginemos por unos instantes un robot, con suave voz femenina y cierto deje maternal en su acento, desarrollada y perfeccionada tecnológicamente, de tal manera que en el año 2050, pudiera acompañar a nuestros hijos desde muy temprano en sus vidas. Estaría presente sin fatigarse, en todos y cada uno de sus espacios de interacción familiar y social, seleccionando aquellas experiencias que pudieran ser más significativas para su desarrollo y brindando apoyo permanente para cada uno de los periodos críticos de su desarrollo; optimizando y depurando los procesos de apropiación y organización de experiencias y memorias y favoreciendo olvidos selectivos acordes con el programa educativo vigente para la sociedad globalizada del momento. ¿Qué nombre le pondríamos a esta maravilla tecnológica? ¿Educatrónica, tal vez?

Adicionemos a este encantador y práctico instrumento educativo, una inmensa memoria evocable en videos tridimensionales, pero sobre todo en acciones precisas y justificadas, donde condensaría y procesaría de manera permanente y selectiva, toda la información recopilada de las neurociencias y la educación. Conocedora de las llamadas ciencias fundamentales (física, química y matemáticas) que aún con información histórica, filosófica y psicológica, esta celestina consolidaría un cuerpo de conocimiento extenso e integrado, las Neurociencias del futuro; y con esas bases, iría paso a paso por el camino de nuestros pequeños, arrastrándose y aventurándose con ellos en sus primeros pasos. Sería conocedora de todas y cada una de las etapas del desarrollo humano. Con claridad sobre la conveniencia e inconveniencia de cada experiencia a vivir y con la suficiente capacidad anticipatoria de los riesgos que el manejo de cierta información podría acarrear para nuestro bebe, cuidaría sus vivencias más tempranas.

Entendería de plasticidad del sistema nervioso, reconocería la etapa de desarrollo en curso para cada

edad de nuestro hijo, tendría a Piaget, Vigotsky y Freud en sus registros y no le sería difícil evocar al detalle las interacciones neuronales y neurogliales de su cerebro cambiante. Analizaría velozmente los datos de imágenes cerebrales funcionales desde sus archivos, reconociendo los estados de actividad esperados en nuestro hijo durante la lectura, la escritura o el procesamiento matemático. Incluso podría reconocer y anticipar los estados emocionales del niño y compararlos con parámetros esperables como normales. A partir de esto podría filtrar externamente las mejores opciones sensoriales y perceptuales para la construcción de la realidad, favoreciendo un ideal de desarrollo del potencial humano, para ese individuo biológico que le ha sido programado como educando y como único propósito de su existencia mecatrónica.

Tendría además registro total de las recomendaciones nutricionales que propician el desarrollo cerebral e integral y conocería los detalles de las interacciones bioquímicas de los neurotransmisores, las hormonas y los factores de crecimiento, así como sus receptores en las diferentes células del cuerpo. De esta forma programaría las interacciones a potenciar; aquellas que podrían dejarse de lado, e incluso sabría cuales poblaciones celulares en su transitoriedad, estarían condenadas en un momento particular a la muerte celular programada, como evento necesario para la superación de una etapa del desarrollo.

Como última escena de esta obertura, nuestro estereotipo imaginario de robot, aprendería de su experiencia e interacción, no solo con nuestro hijo o hija, sino que sería participe de espacios que en esa escuela del futuro cercano, le permitirían autoajustar sus programas a los últimos avances de las neurociencias, a las condiciones sociales y sus demandas cambiantes, pero sobre todo a los parámetros familiares de tradición y cultura y a los perfiles de respuesta emocional y afectiva de nuestro hijo; su pupilo.

¿Es esta una herramienta educativa deseable a futuro? ¿Estaríamos adquiriendo como padres esta Educatrónica, en los mercados del momento, a precios cada vez más razonables, con la certeza de dejar a nuestros hijos en las “mejores manos”? ¿Responderían estos genios informáticos a los ideales sociales actualizados, como ideales de formación integral y equilibrada? ¿Apoyaría este modelo el respeto ante la diversidad, la diferencia y la singularidad humana? ¿Sería otro aporte tecnológico al desarrollo de la creatividad individual, vinculada a los ideales de justicia y equidad deseables socialmente? ¿Aportaría este arquetipo del conocimiento neurocientífico lo mejor

a la educación de nuestros hijos? En resumen, ¿dormiríamos tranquilos?

¿DE DÓNDE VIENEN LAS NEUROCIENCIAS? UN POCO DE HISTORIA

La comprensión de los organismos vivos, y su comparación con la materia inerte, ha sido una búsqueda y un tema muy antiguo. Los siglos XVIII y XIX marcaron pautas trascendentales en esta comprensión, a partir del reconocimiento de las unidades básicas de los organismos vivos, las células. Estas unidades pudieron ser vistas gracias a los microscopios y a la posibilidad de hacer delgadas tajadas que al ser teñidas, permitían reconocer en ellas los componentes celulares. Sin embargo el sistema nervioso y sus estructuras relacionadas, eran una excepción pues sus unidades permanecían ocultas al escrutinio microscópico. Era tal la trama de su estructura y la enmarañada red que formaban las prolongaciones de sus células, que incluso se dudaba de la individualidad de las mismas y el sistema se concebía como una gran red tejida, de fibras entrecruzadas (teoría fibrilar del sistema nervioso). Sobre finales del siglo XIX, tinciones especiales desarrolladas por el italiano Camilo Golgi, permitieron aislar visualmente estas unidades y reconocer que los sistemas nerviosos de todos los organismos vivos, estaban conformados por unidades similares. Esta técnica abre el camino para estudiar el sistema nervioso desde propuestas que para la época, don Santiago Ramón y Cajal hace congruentes, en la reconocida como doctrina de la Neurona. Esta propuesta de detalle del sistema nervioso, se une al conocimiento anatómico del cerebro que si bien, debía haber sido aproximado por la humanidad desde los albores de la cultura, como se puede constatar por los hallazgos antropológicos de cráneos trepanados en diversas culturas, se fortalece de forma notoria durante esta centuria. Desde la historia antigua, se han reconocido las relaciones entre las características comportamentales y el cerebro. Múltiples escritos dan testimonio del reconocimiento del vínculo del cerebro con la capacidad de pensamiento, así como sus posibles alteraciones en la enfermedad mental.

Con esta panorámica se inicia el siglo XX. En él la anatomía, como estudio de las formas, con su derivado microscópico, la histología, permiten reconocer los detalles del sistema nervioso y propician en la embriología la pretensión de identificación, igualmente estructural, de las etapas de organización del indivi-

duo, desde células reproductivas fecundadas, con el consecuente mantenimiento de las características de su especie. Estas disciplinas del conocimiento se constituían para ese entonces, como las disciplinas centrales en el estudio del sistema nervioso.

Aparecen entonces en escena las grandes incógnitas sobre los “mecanismos” de comunicación entre las células nerviosas: las neuronas y el conjunto de células organizadas en una corporeidad interactiva, como sistemas musculares y órganos sensoriales. La observación de la capacidad de las células nerviosas para generar corrientes eléctricas (bioelectricidad), proveniente de los siglos XVIII y XIX, se presentó como el lenguaje base de comunicación celular, pero generó a principios del siglo XX grandes debates científicos. Se confrontaron entonces las propuestas de la continuidad funcional eléctrica entre las células (sinapsis eléctricas), que proponían el paso directo de la señal eléctrica de una célula a otra como forma de propagación del ya reconocido impulso nervioso; con aquellas posturas que abogaban por la intermediación química, activada por las corrientes eléctricas (sinapsis químicas). Esta propuesta de liberación de las sustancias que hoy llamamos neurotransmisores y que actúan como mensajeros químicos entre una célula y otra, predominó de forma importante gracias a los métodos de investigación desarrollados en la época, descartándose transitoriamente el reconocimiento de las conexiones directas de tipo eléctrico (sinapsis eléctricas).

La física, la química, y las matemáticas, ciencias reconocidas desde la antigüedad, encuentran en el siglo XX un camino para su vinculación a la interpretación de la vida, dando origen a disciplinas científicas derivadas y que se establecen como áreas definidas de investigación: la biofísica, la bioquímica y la biología molecular entre otras. Con el descubrimiento del código genético y las reglas básicas de regulación de la herencia, a mediados del siglo veinte, se consolida un modelo reduccionista para la comprensión de la vida: el todo puede ser entendido a partir del estudio de las partes que lo componen. Se presupone que si conocemos las moléculas que componen las células y las células que forman los organismos vivos, podremos entender a los individuos, sus comportamientos y sus relaciones. Sobre esta premisa nacen áreas científicas específicas, relacionadas de forma cada vez más directa con el sistema nervioso, el cerebro y sus células componentes, las neuronas y la neuroglía.

Para la actualidad se involucran diversas áreas, desde la neuroquímica, a partir de la cual se compo-

nen nuevos modelos interpretativos para las moléculas transmisoras (neurotransmisores) y sus funciones, se aíslan nuevas sustancias vinculadas al soporte vital de las células conocidas como factores de crecimiento y se asocian funcionalmente los conjuntos moleculares anteriores con las hormonas que ya eran estudiadas como sustancias reguladoras de las funciones globales de crecimiento y nutrición del organismo. Se constituye así un cuerpo conceptual que amplía su espectro de acción hacia la neurofisiología, la electrofisiología, la psicología, la neurología y en definitiva a todas las áreas del conocimiento y del desarrollo humano incluidas las llamadas ciencias sociales y humanas las cuales dan forma a disciplinas que hoy incursionan en el terreno neural como la neuroantropología y la neuroteología. Es en este escenario en el cual, las disciplinas que aportan a la comprensión de lo biológico y lo humano, confluyen en concreto en la búsqueda de comprenderlo desde su sistema nervioso. Como resumen podríamos presentar una transición conceptual desde la neuroquímica y la neurofisiología, pasando a espacios derivados que involucran la neuropedagogía. Esta transición incorpora una gran variedad metodológica e interpretativa y en ella se vislumbra ante todo, la complejidad de un sistema biológico que desde su subsistema de relación, el nervioso, se mira y busca interpretarse a sí mismo. El cerebro humano mira al cerebro. Mejor aun: lo comprendido trata de involucrar aquello por comprender. Es a partir de esto que se definen las llamadas Neurociencias, a las cuales algunos prefieren caracterizar en singular como Neurociencia.

Concomitantemente, el conocimiento humano anticipa la crisis del modelo molecularista. Durante todo el siglo XX se gestan y cultivan para su florecimiento, propuestas integrativas que consideran el todo como mucho más que la suma de sus partes. Primero el evolucionismo Darwiniano y sus representaciones en la etología como ciencia del comportamiento y la ecología como ciencia de las relaciones. Luego y desde la mecánica y la ingeniería, los análisis cibernéticos y la emergencia de una teoría general de sistemas, que abarca la interpretación de las relaciones a partir de un modelo unificador, para sistemas biológicos y artificiales; sociales e individuales. Las propiedades emergentes del sistema, se proponen como una forma de explicación para ese “algo más” que surge de la agrupación de las partes para formar un todo. Estas miradas más recientemente se han ido incorporando a las Neurociencias en forma de nuevos modelos conceptuales y de metodologías que diversi-

fican la experimentación tradicional y se trasladan a sistemas computacionales, análisis matemáticos e incluso a la re-orientación de posturas filosóficas.

LAS HERRAMIENTAS DE LAS NEUROCIENCIAS

Como se ha presentado anteriormente, las neurociencias reconocidas desde su diversidad, admiten igualmente diversidad de estrategias para el abordaje y estudio de los fenómenos neurobiológicos.

A partir de los niveles de abordaje, desde lo aparentemente más simple hacia lo más complejo, podríamos hacer una aproximación simplificada a algunas de las estrategias utilizadas para los estudios neurocientíficos:

>> *Tabla 1. Pag.21*

Las casillas del cuadro anterior no son excluyentes entre sí, ni agotan la totalidad de las metodologías usadas por las neurociencias para el abordaje de su objeto de estudio. Pretenden sí ejemplificar los diferentes niveles de aproximación al problema de los sistemas nerviosos integrados en un organismo vivo, como sistema de relación y de interacción. De allí se puede extrapolar la gran diversidad de evidencias que como resultado de la funcionalidad biológica, psicológica y social del ser humano, pueden recopilarse y los muy diversos niveles de ponderación e interpretación que esto requiere. Presentado de forma sencilla, los datos que arrojan los estudios neuroquímicos sobre neurotransmisión sináptica, no pueden asociarse de manera simplista a variaciones complejas de la conducta. Las variaciones de conducta social no deben ser reducidas de manera simplista a evidencias eléctricas o imagenológicas. Unos y otras deben ponderarse e indagarse integralmente, como es la pretensión objetiva de la ciencia moderna, buscando modelos de interpretación de las asociaciones de hechos científicos, en teorías multidimensionales que hagan justicia a la complejidad de los fenómenos.

UN SALTO TRANSITORIO AL ANÁLISIS CONTEXTUAL

LOS MODELOS Y LOS CONCEPTOS

Ontogénicamente el comportamiento humano se organiza de manera paulatina desde el ambiente intrauterino. Los sistemas de relación se organizan hacia la complejidad a partir de procesos de diferen-

ciación y de especialización funcional desde las células hacia los conjuntos multicelulares integrados en sistemas. Por tanto, es necesario invocar el análisis del desarrollo neurológico, no sólo dentro del texto implícito en sus finas dinámicas moleculares, celulares, intercelulares y sistémicas, sino también a partir de su contexto. Lo contextual es cambiante y determina una validez transitoria de los modelos.

Los hechos no son equivalentes en todos los contextos. Re-contextualizar una idea, implica su re-elaboración dentro de marcos de referencia diferentes. Lo cultural, lo social, lo histórico, los paradigmas conceptuales sobre los cuales se representa la idea son los generadores directos de la crisis de representación, sobre la cual evoluciona y se transforma el universo.

En el transcurrir histórico de las neurociencias y los

| NIVEL | ÁREA DISCIPLINAR | TIPO DE ESTUDIO |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MOLECULAR | Neuroquímica Neurofarmacología Biología Molecular | in Vitro Físico-químico |
| SINAPTICO SUB CELULAR | Neuroquímica Neurofarmacología Biología Molecular Fisiología | in Vitro Físico-químico Microscópico Eléctrico |
| NEURONAL NEUROGLIAL CELULAR | Neuroquímica Neurofarmacología Biología Molecular Fisiología | in Vitro Microscópico Eléctrico Células En Cultivo Rodajas de tejido |
| MICROCIRCUITOS CELULARES INTEGRADOS | Neuroquímica Neurofarmacología Biología Molecular Fisiología Neuro-Computación Matemáticas Complej. | in Vitro Microscópico Eléctrico Células En Cultivo Rodajas De Tejido Fijado O Vivo Teórico |
| INDIVIDUOS | Neuro-Etología Fisiología Neuropsicología Neurología | Comportamental Modelos Animales Imagenológicos Eléctricos Globales |
| POBLACIONES | Ecología Etología Sociología Antropología Pedagogía | Comportamental Modelos Animales Imagenológicos Eléctricos Globales (Eeg) Histórico Hermenéuticos |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Modalidades de estudios neurocientíficos

puentes que de ella se pueden tender hacia el desarrollo infantil y la educación en etapas tempranas de la vida, son cada vez más numerosas las líneas de investigación que interrogan sobre la calidad del vínculo familiar y su papel en el desarrollo del individuo. La intuitiva e inocente obviedad, es la innegable relación del vínculo temprano madre-hijo y su proyección en términos biológicos, de cultura familiar y social; para constituirse en garante de salud y bienestar.

Trascendiendo esta obviedad proponemos este recuento contextual del desarrollo neurológico y su proyección hacia las propuestas modernas de institucionalización y formalización educativa para las etapas iniciales de la vida, desde tres escenarios confluente:

PRIMER ESCENARIO CONTEXTUAL: EL DEMOGRÁFICO. EL NACIMIENTO DE UNA NUEVA DIVERSIDAD

En el transcurso del siglo XX, proveniente de la revolución industrial y de un desarrollo científico vertiginoso, con tasas diversas de natalidad pero de forma global altas, la población mundial se incrementa de forma impredecible, duplicándose para finales del siglo, en promedio cada 23 años. Sin perder de vista las diferencias norte - sur, y el contraste entre países con desarrollo tecnológico e industrialización notorios frente a aquellos que no lo alcanzan, este crecimiento poblacional es explicado demográficamente como resultado, no solo del desarrollo médico, científico y tecnológico, ejemplificado en las vacunas y el desarrollo de los antibióticos, sino del aporte sustancial brindado por cambios generales en las condiciones básicas de vida: infraestructura sanitaria, vivienda y alimentación. Con asimetría notoria en las diferentes naciones, la mortalidad infantil desciende, y de forma particular, la mortalidad neonatal temprana. En las unidades médicas de adaptación de recién nacidos: la disponibilidad cada vez mayor de incubadoras y los equipos de apoyo respiratorio, transforman el panorama de supervivencia de los recién nacidos humanos. Aquellos bebés que antes fallecían hoy sobreviven. El bajo peso al nacimiento, deja de ser un problema de mortalidad infantil y se convierte en un hecho de morbilidad. El bebé respira, ya no muere de asfixia. Su corazón bombea y no hay limitación digestiva ni metabólica, ni infección que no se pueda tratar; las intervenciones quirúrgicas tempranas rescatan aquellos que parecían irrescatables y los nuevos medicamentos permiten superar déficit de sustancias enzimáticas que antes arrastraban a la muerte tem-

prana a cientos de niños. Pero, ¿qué consecuencias alternas trae esta supervivencia? ¿Qué adaptaciones desarrolla nuestro sistema nervioso y nuestro cerebro frente a estas particularidades? ¿Cuáles son las consecuencias relacionales de este éxito frente a la inminencia de muerte, para el nuevo ser humano y para su familia?

Abordemos esta última pregunta para derivar de allí hacia las otras. Para ello dejemos que Pierre Budin, uno de los primeros neonatólogos modernos, nos narre su experiencia de mediados del siglo XX, ante una de las posibilidades de reacción familiar abrumada por esta supervivencia contra todo pronóstico: el abandono:

“Por desgracia, cierto número de mujeres abandona a sus hijos cuyas necesidades no han tenido que satisfacer y en quienes han perdido todo interés, la vida del pequeño se ha salvado pero al precio de perder la madre”. Sensibilizado por estos hechos, el trabajo de Budin se reorientó, en aquel entonces, a restaurar a través de la lactancia materna el espacio para el vínculo madre-bebé”.

Paradójicamente, en la década de los 80 la Neonatología moderna, naciente en el en ese entonces tercer mundo, asume como bandera central la importancia del aislamiento total del recién nacido de bajo peso, con el argumento de disminuir así los riesgos metabólicos e infecciosos asociados. Se registran múltiples abandonos de recién nacidos por parte de sus madres y se convierte en un reto para los grupos de salud, inducir en los padres la retoma de su hijo, propiciando aproximaciones continuas y abriendo para ellos las puertas de las salas de cuidados especiales. De lo anterior no debe inferirse una tendencia biológica humana, al indefectible abandono de sus crías en crisis, mejor aún se sustenta en esto el análisis etológico surgido del hecho histórico narrado.

VARIANTES DE LA PRIMERA ESCENA. LAS PARADOJAS DE LA POBREZA

Para la década de los 80s del siglo pasado, en Colombia como en el resto de América latina la situación era alarmante: la mortalidad infantil y perinatal alcanzaba alrededor de 40 x 1000 teniendo como causas principales, problemas generalmente asociadas con bajo peso al nacimiento. La incidencia de infecciones prenatales y perinatales y la hipertensión inducida por el embarazo, tenían incidencias significativas. Con una muy insuficiente disponibilidad de incubadoras y equipos de soporte ventilatorio y más con el buen criterio y la pertinencia que tienen

los actos humanos solidarios que con una pretensión científica inicial, los pediatras del Instituto Materno Infantil de Bogotá, con Edgar Rey y Héctor Martínez a la cabeza, redescubren la importancia del vínculo temprano para el desarrollo, y con las consignas del Amor, el Calor y la Lactancia Materna, organizan bajo el nombre de Programa Canguro, una propuesta de manejo de los recién nacidos pre-término, para suplir de forma práctica, la carencia tecnológica.

¿Cómo veían ellos el problema?: *“Inmediatamente después del nacimiento, el recién nacido de bajo peso era colocado en una incubadora en general compartida con uno o más niños... En la sala de cuidados intensivos, no se permitía el acceso a personas extrañas, categoría en la que estaba incluida la madre. Ella solo podía ver a su pequeño cuando era dado de alta de la unidad. La alimentación la iniciábamos con Dextrosa, la cual se continuaba con fórmula... El tiempo de permanencia hospitalaria era muy variable llegando a alcanzar periodos hasta de tres meses, siempre y cuando la madre aún recordara a su hijo y se acercara a reclamarlo. La proporción de niños abandonados era muy alta debido a la ausencia total de afecto”.* (Martínez y Rey 1983).

El Programa Canguro, se basa en la observación de la conducta de los marsupiales, los cuales favorecen el desarrollo final de sus críos inmaduros en la bolsa. La propuesta del programa era simple y consistía en, luego de superadas las necesidades médicas básicas para la supervivencia, los bebés de bajo peso eran tempranamente colocados en contacto piel a piel con el pecho, inicialmente de la madre y luego también del padre. El éxito de esta propuesta es notorio, registrándose su difusión en las últimas dos décadas, a los más diversos ámbitos y países, pasando por África y alcanzando incluso los países Nórdicos, donde es acogida a pesar del excedente tecnológico. Hoy en día auspiciada por el Laboratorio Mundial y soportada por estudios de seguimiento clínico amplios.

¿Qué resultados surgen evidentes para su primer momento?:

- Egresos hospitalarios más tempranos, disminución de las infecciones cruzadas y de las complicaciones aparentemente paradójicas del aislamiento en urnas de cristal asépticas.

¿Qué podemos leer a más largo plazo?:

- El desarrollo de una cultura progresiva para reconocer y tolerar la diferencia;

- La superación cultural de la tendencia biológica familiar al abandono infantil ante la inminencia del desastre y el desapego inicial.

- La incorporación de la necesidad de participar en la reconstrucción del vínculo madre-bebé, dejando de imaginarlo como algo obvio e inevitable.

- La demanda de reconocimiento histórico de una nueva diversidad humana, surgida de la supervivencia de cada vez mayor cantidad de individuos de alto riesgo biológico, que anteriormente fallecían.

SEGUNDO ESCENARIO CONTEXTUAL. EL ESPECTRO DE LA DIVERSIDAD Y LA SINGULARIDAD EN EL NEURODESARROLLO

Cada segundo sobre la tierra nacen dos a tres cerebros humanos. La supervivencia de recién nacidos con riesgo incrementado tiene consecuencias sobre los complejos y delicados procesos de desarrollo de su sistema nervioso. Estas consecuencias han sido estudiadas desde perspectivas biológicas, médicas y sociales, implicando necesariamente, el reconocimiento de una nueva diversidad, presentada anteriormente. El telón de fondo biológico que sustenta la diversidad humana se abre sobre sus dos cuerpos conceptuales: determinismo genético o ambientalismo. El debate científico actual ya no está centrado en aislar estas dos miradas como contrarias, sino en reconocer como interactúan.

La evidencia de las consecuencias clínicas de enfermedad neurológica de estos supervivientes del desarrollo tecnológico, hablan por sí solas. Las más extremas: epilepsia, parálisis cerebral, retardo mental, trastornos del aprendizaje, retardos en el desarrollo del lenguaje y alteraciones comportamentales. Las más sutiles, entendidas en términos que aproximan la singularidad, la forma como cada individuo se adapta a su contexto y muy especialmente, el cómo su contexto se modifica ante él. Nombres para esto, múltiples en la historia: disfunción cerebral mínima, síndromes neurológicos transitorios, maduropatía, trastorno de déficit atencional hiperactividad, dispraxia del desarrollo, déficit de integración sensorial, entre muchos otros. Lo inevitable en el análisis; la diferencia y la singularidad, resumidos según los criterios de valoración: inteligencias múltiples, estilos cognitivos, diversidad de contextos. Esto trasciende al individuo y su estructura y se traslada a lo relacional, a lo interactivo. Desde los diversos niveles de estudio, la neurociencia lo ratifica. Células que se diferencian, moléculas que cambian, comunicaciones que son moldeadas por el volumen y calidad de la información.

¿Qué es lo familiar aquí? ¿Los ritmos y estímulos que asumimos evolutivamente como propios? ¿El

canto de cuna con una melodía y una armonía base pero con las modulaciones propias de lo cercano, de lo materno? ¿Qué nos induce al cambio, a la trasgresión de lo familiar, a la búsqueda, finalmente al grito de independencia de cada una de nuestras edades?

¿EL VÍNCULO FAMILIAR ES O SE HACE? APRENDIENDO A SER PADRES, APRENDIENDO A SER HIJOS

El ser humano crece y se desarrolla a partir de una sola célula totipotencial; el óvulo fecundado. De allí, las primeras etapas embrionarias llevan a una rapidísima reproducción y diferenciación celular. A las cuatro semanas de la concepción (de un total de 40 semanas que dura la gestación humana), se alcanzan niveles de producción de aproximadamente medio millón de neuronas por minuto. Pero estas unidades neuronales no son nada si no se intercomunican. Durante los dos primeros trimestres de la gestación humana, la producción de conexiones entre las neuronas es inimaginable: dos millones de conexiones por segundo. Esto se ve representado estructuralmente, en un órgano que crece y se pliega sobre sí mismo. Durante todo este proceso el embrión y el feto en desarrollo en el ambiente intrauterino, es probado en su habilidad de adaptarse a los cambios. Aprende algunos movimientos, flota en el líquido amniótico y recibe suaves masajes de las paredes uterinas, soporta por oleadas los influjos nutricionales y hormonales de su madre y percibe en la justa dimensión que en cada etapa, su desarrollo comunicativo se lo permite, los cambios de temperatura, luz o sonido de su nido vital. Toda esta interacción nos moldea tempranamente y prepara todo nuestro sistema para adaptarnos al cambio, hacia la vida extrauterina. Los últimos tres meses de la gestación humana así como los primeros meses de nuestra vida extrauterina, implican una alta demanda adaptativa y de selección de las neuronas y de sus relaciones comunicativas. Esta selección es determinada de forma importante por el ambiente, implicando ajustes funcionales con muerte de células que han cumplido sus roles transitorios y selección sináptica, prevaleciendo aquellos contactos comunicativos útiles para el tipo de ambiente que cambia.

Se pierden células y se ajustan sus contactos. Nuestro cerebro crece. Su peso promedio al nacer, es de unos 400gr. A los dos años de vida ya se ha duplicado y a los 6 años ya alcanza un peso cercano al adulto (1400gr). Nuestro sistema nervioso cambia constantemente. Desde el momento de la concepción hasta la muerte. Desde las células precursoras de nuestro

cerebro, aun indiferenciadas, hasta aquellas que en la etapa adulta han asumido roles funcionales específicos. Son cambios estructurales que se evidencian anatómicamente, cambios celulares que se reconocen microscópicamente y cambios moleculares que requieren de técnicas especiales de rastreo para ser detectados. Son cambios que, sin importar su nivel estructural, están interrelacionados unos con otros funcionalmente en el tiempo y son la base de los procesos comportamentales desde los más simples a los más elaborados.

Movimiento, memoria, emociones, aprendizaje, evolución. Todos estos eventos dependen de cambios comunicativos en mayor o menor escala. La experiencia vital, a través de los estímulos sensoriales, toca cada proceso organizativo, redefine las reglas de interacción y garantiza un individuo adaptado al contexto ambiental en el cual se desarrolla. De estos cambios depende la diversidad misma de la vida y la dinámica cultural y social.

El reconocimiento de los intrincados mecanismos que subyacen al desarrollo temprano del sistema nervioso y a sus formas de regulación, las posibles alteraciones de tan complejo proceso y las posibilidades tecnológicas que hacia el futuro se abren para evitarlas, están representadas en la terapia génica y en la intervención temprana sobre factores ambientales vinculados con dichas alteraciones. Pero: ¿cómo, cuándo y sobre todo desde dónde y hasta dónde intervenir sin irrumpir modificando el derecho a lo individual? ¿Cómo reconocer los diferentes contextos: familiares, sociales, culturales, e incorporarlos al análisis de lo deseable?

En el devenir pendular del conocimiento y su vaivén entre la comprensión del papel de los factores genéticos y los ambientales en el desarrollo de la compleja red comunicativa del cerebro humano, nos hemos movido desde el extremo del determinismo genético de principios del siglo veinte, reforzado por el logro en la decodificación del genoma humano, hasta el ambientalismo extremo, con sobre-interpretación de factores ambientales y epigenéticos, fundamentales para esta dinámica. Pero detrás de esto, casi arrastrado por ello, está el sentir humano materno, paterno y familiar, en torno a sus roles y responsabilidades. ¿Son mis genes los que definen mi relación y vínculo con mi hijo? ¿Cómo será y qué será? De otra parte, las preguntas que se relacionan con el ambiente: ¿serán mis acciones y los espacios relacionales que propiciemos o las limitaciones que le impongamos, los que tendrán inexorable papel en su futuro? Estas

preguntas, el temor que generan y la necesidad de respuestas individuales y culturales, tanto pragmáticas como de fondo, se incrementan frente al cambio permanente de nuestras condiciones de vida.

UNA TRANSICIÓN EN EL CUIDADO

A pesar de que redescubrimos permanentemente lo esencial y que en este caso lo esencial en el desarrollo del vínculo familiar es su base biológica de garantía evolutiva, la cultura y su migración ínter social (léase globalización) debe construir espacios de confianza para entender y apropiarse las diferencias.

Lo anterior implica:

- Adecuación a y de los contextos cambiantes de forma cada vez más acelerada.
- Necesidad de reconocer a la luz de la historia aquello contraintuitivo que por temor o por no ser obvio rechazamos.
- Asumir como parte del modelo educativo la apropiación de la incertidumbre ante un futuro, sobre el cual continuamos evolucionando, con nuestras relaciones y circunstancias incluidas.

TERCER ESCENARIO CONTEXTUAL. LA MULTICULTURALIDAD Y LAS DIVERSIDADES ÉTNICAS

En 1993, el antropólogo colombiano Carlos Pinzón, en un congreso de perinatología, planteaba la diferencia étnica de interpretación de la paternidad, con un trabajo titulado de manera muy ilustrativa: “Hijos de la cosecha, hijos de la sequía”. Basado en estudios de comunidades de la costa pacífica colombiana y de algunas áreas rurales del centro del país, establecía la diferencia en la aceptación familiar de los hijos, según el contexto en el cual nacían. Mientras aquellos nacidos en los tiempos de fortuna y abundancia, eran favorecidos familiarmente por los mejores tratos y proyectos; en contraste, los nacidos en infortunio, infortunio mantenían. Su abandono real o velado, era un hecho.

Multitud de estudios y reportes socio antropológicos reconocen y documentan las diferentes interpretaciones que la gestación humana y la infancia adquieren en las diversas etnias y grupos culturales. No es necesario acudir a reportes de comunidades indígenas de zonas selváticas escondidas para reconocer esta diversidad. Incluso en las grandes urbes de nuestra moderna aldea global, es fácil reconocer organizaciones socio-culturales con modelos diversos de puericultura y conceptualización de lo educativo. En comunidades de la antigua Rusia, posiblemente

forzados por condiciones climáticas y necesidades laborales de las madres, los recién nacidos son envueltos en telas ajustadas a manera de “tabacos o habanos”, desde el supuesto de protección y facilidad de maniobra. Esta costumbre comprensible, conlleva las consecuentes limitaciones impuestas, para el contacto sensorial y la libertad de movimiento, aceptada como necesaria desde la perspectiva neurocientífica del desarrollo. Acciones similares han sido reportadas en comunidades andinas suramericanas.

En relación con las costumbres nutricionales y alimentarias y enfatizando en las limitaciones asociadas con la pobreza, es evidente que los balances proteico calóricos y la accesibilidad en las diversas regiones del planeta es desigual. Más allá de lo anterior y en lo relacionado con las costumbres alimentarias, las dinámicas culturales proveen obstáculos que en ocasiones no son fácilmente superables con el discurso sanitario y de higiene alimentaria con talante científico. Esto no es aplicable solo a costumbres alimentarias asociadas con subnutrición, sino también a aquellas propias de los países más desarrollados y relacionadas con la obesidad.

Para este escenario contextual y dada su complejidad, solo enunciamos el problema, haciendo alusión adicional al cuarto neuromito presentado atrás, con respecto a las modas alimentarias y los nutrientes, en algunos casos tendenciosamente llamados neuronutrientes.

RETOMANDO EL CAMINO: LA SOCIALIZACIÓN Y LA DIVULGACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

El conocimiento científico es un constructo social fundamentado en la experimentación, contrastable y reproducible. Se consolida sobre modelos culturales imperantes en un escenario histórico cambiante y se operativiza en tecnologías aprovechables para el bienestar humano, social y macroecológico.

Pasko Rakic uno de los neurocientíficos más prolíficos en la producción de modelos para la comprensión del desarrollo de la corteza cerebral, cuando introduce la sección de desarrollo de la segunda edición del libro insignia de la neurociencia moderna, (Cognitive Neurosciences editado por Michel Gazzaniga, 2001), manifiesta su inquietud en cuanto al incremento de la brecha existente entre la neurobiología del desarrollo y la neurociencia cognitiva. Algo similar podría reconocerse, un poco en contra de las apariencias,

con respecto al conocimiento neurocientífico y su ámbito concreto en lo educativo. Rakic, rebatiendo una postura pesimista tras esta observación, reconoce y ratifica la urgencia de construir un puente que permita superar esta distancia. Pero su propuesta la transfiere a la dimensión humana del conocimiento, a un puente no de ideas sino muy en particular de individuos (“bridge people”). Las ideas surgen de los individuos no de las mentes. Si se reconoce en esto una propuesta transversal, o mejor aun transdisciplinar, veríamos tras ella grupos de trabajo que aborden el arrasador volumen de información proveniente de la ciencia moderna y no sólo se dediquen a calificarla en términos de impacto y niveles de credibilidad, sino que además apropien y digieran críticamente sus generalidades y las transformen hacia modelos integrativos, con connotaciones culturales y sociales cada vez más directas.

El apropiarse nuevas formas de representar el sistema nervioso y su desarrollo y por tanto de interpretar el comportamiento animal, lleva al hombre a reconocer y re-elaborar sus propios referentes de conciencia y cognición, fundamentándolos en hechos científicos que trascienden la misma ciencia e involucran la educación y la cultura.

LOS RIESGOS

Como lo presenta Pinel (2004) en su libro Biopsicología, los científicos pueden cometer errores y los errores científicos pueden ser asumidos como verdades más o menos difundidas y por periodos variables. Como un ejemplo de interpretaciones inadecuadas de hechos científicos, cabe citar los trabajos de Egas Moniz por los cuales en 1949 fue galardonado con el Nobel de Fisiología y Medicina. Sus experimentos clínicos partían de la observación aislada de un chimpancé irritable que al ser tratado quirúrgicamente, cortando las conexiones de ambos lóbulos frontales, presentaba una “mejoría” de su comportamiento. Moniz propuso al neurocirujano Almeida - Lima, probar esta técnica para el tratamiento de enfermedades psiquiátricas. A partir de las primeras pruebas se asumió como una verdad científica, que la lobotomía prefrontal, como se conoce el procedimiento, era eficaz para el tratamiento de enfermedades psiquiátricas y sobre esta base se ampliaron las técnicas y las experiencias, abriendo espacio para la entonces bautizada psicocirugía. Las evaluaciones iniciales de los pacientes intervenidos por Moniz y Almeida - Lima, hoy se registran como hechas de manera poco objetiva, con sesgos asociados a los evaluadores y al método

que, evidentemente, no tenían en cuenta la diversidad comportamental no solo interespecies sino, también, en individuos de la misma especie.

Los riesgos e implicaciones de tal procedimiento solo se reconocieron años después, luego de su amplia difusión por toda Europa y los EUA, donde fueron intervenidos con esta técnica por lo menos 40.000 pacientes. La diversidad de consecuencias comportamentales relacionadas con la intervención, incluían desde varias formas de epilepsia, déficit de planeación y anticipación de las consecuencias de los actos, hasta cuadros de amoralidad y desconocimiento del entorno social y cultural. Con este ejemplo escogido entre otros muchos, por su contundencia, resaltamos textualmente con Pinel la importancia de reconocer que *“algunos consideran los métodos científicos sólidos como obstáculos innecesarios en el camino de pacientes que buscan un tratamiento y de médicos deseosos de proporcionarlo”*.

En el contexto educativo y pedagógico, la búsqueda continua de soporte para los modelos de acción, puede concretarse en una aparente legitimidad de acciones riesgosas a partir de ser producto de la inadecuada interpretación de los hechos científicos. El no ver representados sus efectos, en hechos tan dramáticos como los del ejemplo anterior, no mengua su impacto social e histórico. Esto deriva en lo que Goswami (2006) bien llama la instauración de *“neuromitos”*, como resultado de interpretaciones de los hechos científicos, que fluctúan entre la literalidad total sin análisis contextual, pasando por el sobredimensionamiento y consolidándose en el manejo de supuestos, que hacen curso como verdades a pesar de haber surgido de fantasías especulativas. De estos mitos, analizaremos en este escrito a título de ejemplo, algunos de los menos extremos, en consonancia con la propuesta de Goswami.

Posteriormente retomaremos algunos aspectos que a nuestro entender se consolidan como elementos visibles del conocimiento neurocientífico y que pueden ser apropiables para la fundamentación pedagógica, teniendo como base el permanente análisis crítico sobre criterios que combinen rigurosidad y flexibilidad, abriendo escenarios para la continuidad y la ruptura.

MITOS Y LEYENDAS EN NEUROCIENCIAS

PRIMER NEUROMITO: PLASTICIDAD Y PERIODOS CRÍTICOS DEL DESARROLLO

Reconocemos como plasticidad de un material a la

capacidad que este tiene de dejarse deformar frente a las fuerzas externas, sin perder las características que lo definen como tal. En algunos casos se incluye la propiedad adicional de retomar su forma original cuando cesa la fuerza deformante. En los sistemas biológicos, el concepto de plasticidad se hace aplicable a la capacidad de estos sistemas o de sus componentes, de transformarse ante los cambios ambientales y a partir de esto adaptarse al entorno. Este criterio fundamental, es determinante de la capacidad evolutiva de las especies para transformarse dentro de escalas de tiempo amplias, partiendo del cambio de los individuos en escalas de tiempo restringidas a la duración de sus vidas.

Las últimas cuatro décadas de investigaciones, han servido para reconocer el sistema nervioso como un sistema plástico. La imagen clásica de un sistema predefinido genéticamente, con pocas posibilidades de regeneración y cambio se ha ido transformando. En la formación temprana del sistema nervioso, las bases organizativas del mismo están dirigidas solo parcialmente por los genes. La genética del individuo admite la intromisión de elementos del ambiente que van depurando y regulando las interacciones celulares y en dinámicas de sumas y restas, de ganancia pero también de pérdida, se van seleccionando aquellas interacciones más eficientes para garantizarnos, primero la supervivencia y luego opciones cada vez más complejas de acción y comportamiento.

Las evidencias científicas que relacionan la plasticidad del sistema nervioso con su capacidad de transformación, son innumerables. Desde los reportes de recuperaciones funcionales ante lesiones cerebrales o neurales, hasta los más actuales trabajos sobre modelos de reorganización sináptica y celular (léase comunicativa) relacionados con la memoria y el aprendizaje. El reconocimiento de los detalles que desde las moléculas neurotransmisoras y sus receptores celulares, propician la comprensión sobre la forma como se pueden potenciar o deprimir las respuestas celulares a corto, mediano y largo plazo, ha sido el objeto principal de estudio de las Neurociencias en las últimas décadas y ha permitido establecer las bases biológicas y celulares de la memoria y el aprendizaje. Las formas como sobre estas bases, un organismo multicelular, un ser humano, puede modificar sus comportamientos a partir de lo aprendido, permiten replantear algunas de las concepciones tradicionales sobre teorías educativas y modelos pedagógicos.

La educación es en esencia un complejo proceso de transformación multidireccional y multidimensional

basado en las dinámicas comunicativas no solo entre individuos de la misma especie, sino con otras especies y condiciones ambientales. Esta multidireccionalidad implica transformaciones de los individuos y de los ambientes. Sin embargo el traslado de los conceptos de plasticidad al contexto educativo, admite e incluso propicia sobre y sub interpretaciones del mismo. La plasticidad tiene límites. Las tensiones a las cuales se somete el individuo lo fuerzan a adaptarse y esto es alcanzable dentro de márgenes, más allá de los cuales, el estímulo inductor del cambio se torna peligroso y puede comprometer su integridad.

Los cambios sinápticos vinculados a la plasticidad han sido asociados, de forma mítica en la educación, con los clásicamente conocidos como periodos críticos del desarrollo. Estos periodos hacen referencia a las ventanas funcionales en las cuales un sistema nervioso en desarrollo tiene la máxima posibilidad de ser modificado en su conectividad comunicativa, a partir de las condiciones del medio.

Conceptos acuñados en frases como desarrollo de “engramas”, “mapas mentales” o “poda sináptica” son popularizaciones del conocimiento neurocientífico, que ligadas a la educación, representan relaciones de momentos y etapas funcionales cambiantes, fuera de las cuales las posibilidades de transformación de los procesos se merman sustancialmente. Dicho de forma escueta, se asumen estos periodos críticos como oportunidades que se toman o se dejan, desconociendo así la complejidad de los caminos del desarrollo cognitivo y la variabilidad que estos caminos ofrecen en los diferentes individuos, además de las sustanciales diferencias que, respecto a las especies animales utilizadas para la investigación básica, tiene la especie humana.

Se asume entonces, por ejemplo, que plasticidad se vincula siempre al incremento sináptico-comunicativo y que las cantidades de estímulos necesarios para un proceso se pueden dosificar a manera de recetas fijas y prácticas para la formación de circuitos. Se proponen entonces “programas de entrenamiento sináptico” soportados en la interpretación lineal de estas oportunidades temporales. Este simplismo interpretativo, se presenta como un mito tecnológico que viene haciendo carrera en forma de programas de entrenamiento en idiomas, música o las más tempranas y tan discutidas propuestas de estimulación y educación precoz, que incursiona en el periodo gestacional. Con los ajustes terminológicos que las han modulado, las formas de estimulación tempranas, o adecuadas, deben ser objeto de permanente revisión y reinterpretación.

ción a la luz de un conocimiento científico cambiante.

Un ejemplo reconocible de utilización de este neuromito de la plasticidad y los periodos críticos, corresponde a lo ocurrido con la moda que, en la década de los 80 del pasado siglo, soportó la estimulación intrauterina a partir de “fórmulas” musicales, lumínicas o de movimiento, partiendo de supuestos periodos críticos en los desarrollos auditivos, visuales o propioceptivos. Vivaldi y sus conciertos para flauta amplificados sobre la pared del vientre materno; lámparas con luces de colores aplicadas como estimuladores visuales; movimientos inducidos del cuerpo materno como formas diversas de estímulos rotatorios, todo esto soportado en el supuesto aprovechamiento de las ventanas de máxima sinaptogénesis. Dos a tres décadas después estudiamos y reconocemos el impacto que han podido tener estos modelos simplistas y acontextuales en las dificultades de modulación atencional o de la regulación de la actividad motora para grandes grupos de escolares y hoy adultos que fueron catalogados dentro de la muy amplia categoría funcional de los síndromes de déficit atencionales e hiperactividad.

SEGUNDO NEUROMITO: DIFERENCIAS FUNCIONALES, LOCALIZACIONES Y ESPECIALIZACIONES EN LOS HEMISFERIOS CEREBRALES

Con los estudios comportamentales, hechos por Roger Sperry en pacientes sometidos a cirugía de corte y desconexión de las vías de comunicación entre los dos hemisferios cerebrales, como forma de tratamiento de ciertos tipos de epilepsia de difícil manejo, se consolida una tradición ancestral explicitada en la frenología del siglo XVIII por Franz Joseph Gall y fortalecida por las correlaciones clínico-patológicas de Paul Broca y Carl Wernicke. “*Nous parlons avec l'hémisphère gauche*” (*hablamos con el hemisferio izquierdo*), promulgaba Broca en Francia al reconocer el impacto que sobre la producción del lenguaje, tenían lesiones del área frontal del hemisferio izquierdo. Este tipo de trastornos reconocidos como afasias (limitación para hablar), instauran una búsqueda continua de localización de las funciones mentales en áreas específicas del cerebro.

Los trabajos del grupo de Sperry, abren un escenario encantadoramente propicio para el localizacionismo, ya que a partir de los estudios en sus pacientes, se da inicio a una línea muy amplia de trabajos que pretenden reconocer y diferenciar las cualidades de procesamiento de cada hemisferio cerebral. De esta

manera se presenta el hemisferio derecho y a los individuos con predominio funcional del mismo, como base para el desarrollo de habilidades espaciales y de apropiación de ritmos, imágenes y formas. Se asocia esto con capacidades creativas y asociativas importantes, caracterizándose el hemisferio derecho como *cerebro artístico*. Como contraparte, se vislumbra el hemisferio izquierdo vinculado al cumplimiento de tareas de procesamiento serial: matemático y lingüístico, tareas concretas sobre hechos definidos, y procesos que lo independizan como cerebro lógico. Con la ampliación y perfeccionamiento de técnicas de estudio clínico e imagenológico, la neuropsicología correlaciona e integra imágenes funcionales de nuestro cerebro con comportamientos y habilidades cognitivas, para así perfilar de forma cada vez más detallada, las variaciones témporo-espaciales ligadas a los procesos cognitivos y ante todo reconocer la diversidad y variabilidad de las dinámicas que el mismo individuo presenta en cumplimiento de una misma función en diferentes momentos de su vida y con diferentes grados de experiencia.

Educación cerebros derechos o izquierdos. Priorizar segregando actividades tendientes al aprendizaje lógico-matemático frente al aprendizaje artístico-emotivo. Son estas algunas de las pretensiones resultantes de aplicación literal y sobre-simplificada de estos hechos científicos. La ampliación indiscriminada, y en ocasiones peligrosa, de las ofertas educativas sustentadas de esta forma genera una responsabilidad social de revisión crítica de tales aplicaciones, “*soportadas científicamente*”.

TERCER NEUROMITO: ESTILOS COGNITIVOS Y GIMNASIA CEREBRAL

La claridad que desde las neurociencias ha representado el reconocimiento de los procesos de integración sensorial y motora como bases de desarrollo cognitivo, constituyen otro de los aspectos ampliamente apropiados en los modelos pedagógicos y la intervención educativa temprana. Lo que oímos, vemos, tocamos, olemos o degustamos, constituye no solo sensaciones aisladas simples de imágenes, sonidos, olores o sabores, sino conjuntos integrados en imágenes perceptuales complejas, que suscitan en nosotros emociones y sentimientos, como soportes fundamentales de nuestro aprendizaje. No aprendemos nada que no nos afecte emocionalmente. No consolidamos recuerdos de aquello que no adquiere significado a través del refuerzo y la motivación. Nuestra dimensión del espacio y el tiempo, en las fases más tempranas de nuestro

desarrollo, las generamos a partir de la experiencia sensorial y motora. El arriba y el abajo, el antes y el después, las series numéricas y la abstracción conceptual, son formas de representar la realidad, originadas en nuestras sensaciones y movimientos. Cuando empujamos una pelota y ésta rueda, cuando dormidos y reconocemos el espacio limitado de nuestra cuna, cuando lanzamos un objeto hacia el universo que imaginamos, constatamos las leyes físicas que nos rigen y ampliamos nuestras posibilidades interpretativas.

Todas estas experiencias transforman nuestros cerebros en términos de sumas y restas sinápticas, en relaciones de mayores y menores potencias funcionales de nuestras conexiones intercelulares, en balances de priorizaciones de las señales que son determinantes y/o gratificantes en nuestra continua inmersión en el océano de estímulos que constituyen nuestra realidad. Pero estos caminos de interpretación y procesamiento, no vienen preimpresos en nuestro sistema nervioso desde nuestro desarrollo embrionario y las etapas de maduración fetal previas al nacimiento. Estos caminos se construyen segundo a segundo y son remoldeados y esculpidos por las experiencias sensoriales y motoras. En un permanente ir y venir de pruebas, de ensayos y errores sináptico-comunicativos, de los miles de millones de interacciones celulares posibles y desarrollables, se seleccionan y se potencian, desaparecen o reducen su impacto de señal, aquellas conexiones que demuestran, por sus resultados en ese juego de entradas y salidas, ser preferibles para el momento funcional que se vive.

Con base en lo anterior, podemos intuir la gran diversidad de caminos de procesamiento posibles para diferentes individuos. La singularidad en los juegos de selección del desarrollo. Sobre una base genética con grados de identidad variables, la realidad y la experiencia individual, nos moldea diferentes aun desde las etapas más incipientes de nuestro desarrollo embrionario. Somos diferentes y diversos aun en los casos de identidad genética gemelar.

Asumidas estas particularidades, las propuestas de categorización en los estilos de desempeño cognitivo, surgen desde las más concretas que relacionan la priorización de las modalidades de entradas sensoriales o de los patrones de organización para el movimiento, definiendo tres estilos básicos de aprendizaje a saber: visuales, auditivos o cenestésicos (asociados con el movimiento). A partir de allí, la composición de propuestas más elaboradas, como aquellas que propenden por el reconocimiento de la multiplicidad de las inteligencias y que vislumbran no solo la pluralización

de las mismas con la inclusión de categorías como las de inteligencias emocionales o salvajes, de amplísima acogida en la gestión de modelos pedagógicos y estrategias de aula, sino también con la repercusión que esto ha tenido en la otra dirección, forzando a las Neurociencias a la búsqueda y el reconocimiento de nuevos modelos también plurales para la comprensión del fenómeno consciente y las infinitas posibilidades de diversidad del mismo. Surgen entonces de allí teorías de las conciencias o de las racionalidades, que no solo admiten sino demandan paradigmas de interpretación, basados en la complejidad y en las relaciones no lineales o seriales de los eventos cognitivos y sociales.

Mirado lo anterior con juicio crítico, debemos asumir que la pretensión simplista de asimilar estos hechos científicos y sobre ellos construir teorías de la educación y el desarrollo que, como nuestra robot Educatrónica, limiten la interpretación de la relación Neurociencias y Educación a la posibilidad de predefinir secuencias de acciones y reacciones, con priorizaciones y secuencializaciones universales, legítimas como ideal de desarrollo individual para soporte del desarrollo social, genera no solo un importante riesgo para las pretensiones democráticas de libertad, sostenibilidad y equidad en torno a los derechos fundamentales, sino también deja abiertos los espacios para la manipulación y los juegos tendenciosos de poder, sobre una pretendida educación científica.

CUARTO NEUROMITO: LOS NEURONUTRIENTES, ESA QUÍMICA MÁGICA DE LAS SUPERINTELIGENCIAS

Los insumos nutricionales son uno de los grandes determinantes del desarrollo. A pesar de su trascendencia, el volumen de investigaciones relacionadas con nutrición y neurodesarrollo es comparativamente pequeño. Dentro de la química nutricional, se conocen los ciclos y procesos metabólicos imprescindibles para la construcción celular y las bases bioquímicas para la síntesis de las sustancias que se involucran como mensajeros químicos en la comunicación intercelular (neurotransmisores, hormonas, factores tróficos o de crecimiento, entre otros). Algunas de estas moléculas no pueden ser sintetizadas por el organismo y deben ser suministradas en la dieta, siendo reconocidas bioquímicamente como moléculas *esenciales*.

Basados en lo anterior y pasando más a ámbitos comerciales y de moda, que a propuestas de políticas sanitarias nutricionales, se han popularizado una

serie de compuestos químicos como los ácidos grasos conocidos como omega tres, para los cuales, sin descartar la importancia nutricional que tienen, se han montado campañas comerciales y promovido sus bondades magnificadas, en términos de su papel en la sinaptogénesis (desarrollo comunicativo neuronal) y la mielinización (procesos asociados con la maduración de las conexiones neuronales para transmisión eléctrica). Con el impacto que esto representa en las comunidades, se han nombrado algunos de estos productos como nutrientes ultra específicos para el sistema nervioso o neuronutrientes. Aquí nuevamente el balance entre los hechos científicos con soporte investigativo y la especulación conceptual con intereses creados, admite ser revisada social y políticamente, para no desviar la atención de lo prioritario y verdaderamente necesario como es el acceso amplio a una nutrición balanceada que supla los requerimientos de un individuo en desarrollo y que adicionalmente le garantice el disfrute cultural que brinda poder alimentarse y alimentar a los suyos.

CAPÍTULO DE CONVERGENCIA

LA TRANSICIÓN INFANTIL HACIA LA ESCOLARIDAD. UN RETO ACTUAL DE INTERPRETACIÓN

La utilidad de vincular tempranamente a los niños a procesos escolarizados, ha sido motivo de debates arduos desde la antigüedad. Para cada década del siglo 20 y dentro de los diferentes modelos de desarrollo predominantes, surgieron propuestas que iban desde las pretensiones de anticipar el desarrollo de la inteligencia y las habilidades lectoras, matemáticas y musicales, propiciando la formación de genios tempranos y multifacéticos, hasta las posturas más reactivas que propendían por un desarrollo libre y feliz dentro de un ambiente familiar favorecedor.

Estudios y trabajos de investigación desde todas las posturas y con las más diversas interpretaciones, sirvieron como estandartes de batalla para desarrollar políticas educativas de corte tecnológico extremo y pretensiones de sociedades conformadas por individuos hipereficientes y superdotados, hasta la elitización clasista asociada con las escuelas oferentes de las aparentemente mejores y más científicas propuestas educativas. De allí, la comercialización de ambiciosos modelos de programación humana, con un supuesto soporte en el conocimiento neurocientífico naciente.

Nuestro conocimiento de los procesos vinculados con el desarrollo del cerebro, las posibles interpreta-

ciones de lo que desde lo celular y lo molecular ocurre, cuando memorizamos, aprendemos, ideamos o simplemente dormimos y soñamos, es en la actualidad uno de los campos más prolíficos de la ciencia. El reduccionismo molecularista del siglo veinte, en su encanto interpretativo, se incorporó a todos los escenarios de lo comportamental y aquello que de manera anecdótica llamamos *la química* del comportamiento, se ha visto representado en modelos interpretativos del desarrollo, las enfermedades psiquiátricas, las emociones, el amor y en general todos los procesos mentales que subyacen a nuestra conducta.

La fortaleza de esta mirada, de alguna manera limitada, está en los hechos de innegable utilidad práctica que convocan a la generalización. Las moléculas que en forma de fármacos, transforman de forma radical a un individuo agitado y agresivo en alguien asequible para la comunicación, o aquellas que frenen de manera súbita una crisis convulsiva de manifestaciones dramáticas. De allí al imaginario de las píldoras de la memoria, del amor o la felicidad, el salto como fenómeno social es muy fácil e incluso inevitable.

Ante esta importante tendencia reduccionista, se desarrollan escuelas que interpretan las dinámicas mentales en el contexto de la complejidad, que asumen la cognición como conjuntos de procesos dinamizados fisiológicamente en el tiempo y que reconocen al ser humano como un individuo cambiante dentro de contextos cambiantes. Es aquí donde el trabajo de análisis crítico e interpretación de los textos y los hechos que soportan el conocimiento científico, para su transferencia a las aulas escolares y a las políticas educativas, demanda un gran esfuerzo de grupos multi e interdisciplinarios que se pronuncien regulando el riesgo del uso inadecuado del mismo.

¿QUÉ APROPIA LA EDUCACIÓN DE LAS NEUROCIENCIAS HOY?

ASPECTOS GENERALES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES A PARTIR DE LAS ZONAS GRISAS RECONOCIBLES EN LA TRANSICIÓN DEL CONOCIMIENTO NEUROCIENCÍFICO A LA PEDAGOGÍA Y A LA EDUCACIÓN

Los siguientes son algunos de los aspectos relevantes extractados de la integración conceptual llevada a cabo en el ámbito de la neurociencia y que puede servirnos como uno de los referentes que desde el conocimiento científico, se ha constituido en pilar fun-

damental para el desarrollo de políticas y estrategias educativas.

CONCLUSIONES RELATIVAS AL CONTEXTO CIENTÍFICO

- La socialización del conocimiento científico en general y en particular de las Neurociencias, no solo es deseable sino que, para la sociedad moderna, se ha convertido en un deber y un derecho social vinculado al derecho de acceso a la información.

- Esta divulgación resulta vulnerable a los riesgos interpretativos y de aplicaciones desviadas de los preceptos éticos y estéticos que son inherentes a lo humano, por lo cual demanda especial atención.

- La diversidad conceptual que conllevan estas interpretaciones, más allá de los hechos y las inferencias científicas caracterizables por sus niveles de objetividad y universalización, son develados en contextos sociales, políticos y económicos diversos con la multiplicidad y complejidad que esto involucra.

- Lo anterior tiene como consecuencia la consolidación de un amplio espectro de saberes globalizados: desde los más rigurosos hasta los populares, admitiendo éstos características de fantasías y mitos inevitables, que deben reconocerse y asumirse dentro de este marco de socialización del conocimiento.

- La aplicabilidad del conocimiento neurocientífico al aula y a los espacios de interacción para la educación y el desarrollo humano debe hacerse teniendo en cuenta las premisas de vulnerabilidad anteriores, y se autorregulará a partir de dinámicas sociales transdisciplinarias y grupos colegiados que involucren educadores, científicos, políticos, sociólogos y público en general, propiciando la incorporación crítica y plural del mismo.

CONCLUSIONES RELATIVAS AL CONTEXTO DE LA SALUD Y DESARROLLO HUMANO

- Las problemáticas vinculadas, inevitablemente, a la inversión en educación, de manera general son temas que aun nuestras sociedades no han podido asumir de forma contundente. Insumos imprescindibles para el neurodesarrollo individual y poblacional como son el acceso a los alimentos y a la salud, siguen siendo insuficientes y preocupantes.

- Los indicadores para medir accesibilidad a estos recursos, a pesar de cambios aparentes hacia la ampliación de la cobertura, en lo que respecta al desarrollo temprano incluido el desarrollo intrauterino, requieren ser permanentemente reevaluados y desa-

gregados en indicadores que redefinan la pobreza y su impacto en el desarrollo en general y en el neurodesarrollo en particular.

- Como dinámicas intersectoriales es fundamental fortalecer los programas de atención materno-infantil, como base del desarrollo humano, a pesar de los descensos de las tasas de mortalidad, que continúan siendo importantes.

- Las diferentes estrategias para disminuir las tasas de mortalidad materno-infantil en las últimas décadas, han dado lugar a la supervivencia de una nueva diversidad de individuos. Como ejemplo de esta nueva diversidad humana tenemos los recién nacidos de muy bajo peso al nacer, que al sobrevivir desarrollan un alto riesgo de morbilidad en su desarrollo neurológico.

- Esta nueva diversidad demanda de manera directa la implementación de políticas educativas vinculadas a la primera infancia y que trasciendan los límites sectoriales.

CONCLUSIONES RELATIVAS A LAS NEUROCIENCIAS Y LA EDUCACIÓN

- La puesta en escena del lenguaje de las Neurociencias en la educación y la re-elaboración de los pre-existentes, obedece a los inevitables procesos de socialización del conocimiento e involucra el reto de asumir el vaivén histórico de las palabras y las cosas.

- Los nuevos paradigmas de interpretación de los procesos del desarrollo neurológico y las evidencias tecnológicas soportadas en las diferentes metodologías de investigación en neurociencias, pero en particular en los estudios de imagenología funcional, nos permiten una aproximación al reconocimiento de un sistema nervioso cambiante ante los procesos educativos, favoreciendo la anticipación de desviaciones en los procesos tempranos de transformación vinculados con la construcción del conocimiento y el aprendizaje del mundo que nos rodea.

- De igual forma nos permiten apropiarse, reconocer y, como resultado, propender por el respeto de las diferencias interindividuales, no solo entre hombres y mujeres (de género) sino aquellas asociadas con los contextos sociales, culturales y etno-antropológicos, demandando a partir de ello la construcción de modelos educativos para esta diferencia. Los seres humanos aprendemos y nos educamos en y para la diversidad.

- La idealización extrema (ya sea tecnicista, progresista, cientificista, utopista, fundamentalista) para el desarrollo de los procesos educativos en las primeras

etapas de la vida, encuentra de forma sencilla sus bordes limítrofes en aquello que el saber humano no ha podido transformar y que nace de su esencia evolutiva e histórica, esto es, el hecho de que cada individuo es un ser social diverso y singular.

- Las neurociencias han permitido reconocer tipologías en los procesos atencionales, que permiten interpretarlos no como simples filtrados de estímulos, sino como dinámicas de priorización en la interacción comunicativa y en la interpretación y construcción de la realidad, como elementos fundamentales para la transformación educativa. La interpretación asertiva de estas tipologías atencionales puede favorecer la interacción educativa.

- Desde los conceptos de plasticidad y reorganización comunicativa (sináptica) del sistema nervioso, las neurociencias reconocen la diversidad humana, como el sinfín de procesos que el ser humano puede utilizar para adaptarse y transformar su ambiente. Educar y educarse es traducido como esta dinámica de transformación. Se evidencia que estos procesos cursan como juegos de interacciones no lineales, de permanente tendencia a la complejidad, en las cuales se establecen jerarquías, no solo a partir del incremento de contactos comunicativos y de unidades celulares, sino también a partir de la selección y pérdida de las mismas.

- Trabajos investigativos sobre la organización temprana de los procesos sensoriales y motores, permiten reconocer modificaciones en la forma como se priorizan las rutas de procesamiento sensorial y como el sistema nervioso en desarrollo integra sus percepciones particulares del mundo, para sobre ello organizar sus actos, a través de movimientos. Las etapas tempranas de la vida, incluyendo la vida intrauterina, se constatan como aquellas en las cuales es máxima la capacidad de nuestro sistema de transformarse ante los cambios del ambiente. Estos periodos, conocidos como periodos críticos del desarrollo, involucran la mayor capacidad de transformación del ser humano para aprendizajes futuros y demandan especial atención.

- Las modificaciones tempranas en la tolerancia de los estímulos sensoriales, la inadecuada percepción como ruidos sensoriales de aquellos estímulos cotidianos que a otros individuos no incomodan, son ejemplos de formas tempranas de alteración registrable en indicadores tempranos del desarrollo neurológico y que permiten anticipar cambios que trastornan las etapas posteriores del proceso educativo. Aprendemos desde el vientre materno y los modelos

de interacción social nos transforman a través de todo nuestro desarrollo.

- Las etapas tempranas del Neurodesarrollo humano, deben estudiarse en su vínculo con las prácticas pedagógicas, cada vez con mayor rigurosidad, para no incurrir en la apropiación inadecuada del conocimiento científico, consolidando neuromitos que se pueden ejemplificar en el sobredimensionamiento de la plasticidad, o en la interpretación literal de las aproximaciones a la localización imagenológica de funciones en lugares específicos del cerebro, o a la sobre o sub valoración a las capacidades de transformación educativa del individuo.

- Pensar una educación basada en la evidencia científica, plantea una metodización, que debe ser ponderada cuidadosamente y que presenta de entrada dos grandes retos conceptuales: el primero, el relativo a la construcción misma de los niveles de evidencia a partir de la ciencia como uno de los paradigmas de verdad; el segundo, la flexibilización del modelo para su adecuación contextual a la heterogeneidad y la multiculturalidad



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abt, I. (1946). *History of pediatrics. Practice of Pediatrics*. McQuarrie
- Amiel, E.; Tison, C. & Grenier, A. (1985). *La surveillance neurologique au cours de la première année de la vie*. Barcelona: Masson
- Ardila, A. & Roselli, M. (1992). *Neuropsicología clínica*. Medellín: Prensa Creativa
- Baron, E.; Cohen, S.; Knickmeyer, R. & Belmonte, M. (2005). Sex differences in the brain: implications for explaining Autism. *Science*, 310, 819-823
- Canguilhem, G. (1984). *Lo normal y lo patológico*. Madrid: Siglo XXI
- Capra, F. (1999). *La trama de la vida*. Madrid: Anagrama
- Damasio, A. (1996). *El error de Descartes*. Barcelona: Editorial Grijalbo Mondadori
- Falkner, F. (Ed. 1969). *Desarrollo humano*. Barcelona: Salvat
- Foucault, M. (1986). *El nacimiento de la clínica. Una arqueología de la mirada médica*. Madrid: Siglo XXI
- Gardner, H. (2000). *La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas*. Barcelona: Paidós
- Gazzaniga, M.S. (ed.) (2001). *The new cognitive neuroscience*. Cambridge: MIT Press

- Gesell, A. & Amatruda, C. (1941). Developmental diagnosis and supervision. *Practice of Pediatrics*. McQuarrie
- Gil Peres, D. (1993). *Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación*. Valencia: Universidad de Valencia
- Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: from research to practice. *Nature Reviews of Neuroscience*, Abril 2006, 2-7
- Grantham, E.; McGregor, S. et Al. (2007). Developmental potential in the first five years for children in developing countries. *Lancet*, 369, 60-70
- Huxley, A. (1969). *Un mundo feliz*. Madrid: Plaza & Janés
- Jacobson M. (1993). *Developmental neurobiology*. Open library: Plenum press
- Kandel E. et al (2000). *Principles of neural science*. London: McGraw Hill
- Kandel R. et al. (1995): *Essentials of Neural Science and Behavior*. London: Appleton & Lange
- Katz, L. C. & Shatz C. J.(1996). Synaptic activity and the construction of cortical circuits. *Science*, 274, 1133-1138
- Luhman, N. (1998). *Complejidad y modernidad: de la unidad a la diferencia*. Madrid: Trotta
- Martínez, H. y Rey, E. (1990). *Programa madre canguro en el IMI*. Bogotá: Ed. Fundación Vivir/ UNICEF
- Martinez, M. y Zuluaga, J. (2017). *El cerebro educable*. Bogotá: Universidad nacional de Colombia (en prensa).
- McAllister, A. K. et al. (1999). Neurotrophins and synaptic plasticity. *Annu. Rev. Of Neurosci*, 22, 295-318
- Meltzoff, A. (1977). Imitation of facial and manual gestures by human neonates. *Science*, 198, 75-78
- Mendoza, E. y Vega, J. (1989). *Lecciones de historia de la Medicina*. Rosario, Argentina: Edit. Rosaristas
- Mesulam, M.M. (1998). From sensation to cognition. *Brain*, 121, 1013-1052
- Mesulam M.M. (1990). Large scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language, and memory. *Annals of neurology*, 28, 597-613
- Miller, E. K. (2000). The prefrontal cortex and cognitive control. *Nature Reviews Neuroscience*, 1(1), 59-65
- Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Bogotá: Cooperativa editorial Magisterio
- Morin, E. (1998). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa
- Norrie McCain, M.; Mustard F. & Shanker, S. (2007). *Early years study 2*. Toronto: Council for Early Child Development
- Not, L. (1997). *Las pedagogías del conocimiento*. México: Fondo de cultura económica
- Peiper, A. (1963). *Cerebral function in infancy and childhood*. New York: Consultants Bureau
- Pinel, J. P. (2006). *Biopsicología* (6ª edic.). Málaga: Addison-Wesley
- Ramón y Cajal, S. (1981). *Historia de mi labor científica*. Madrid: Alianza Universidad
- Raz, A. & Buhle, J. (2006). Typologies of attentional networks. *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 367-379
- Sacks, O. (2001). Inside the Executive Brain. *The New York Review of Books*, April 26
- Sarnat, H. (1998). Cómo construir un tubo neural: la genética molecular del desarrollo neuroembriológico. *Revista de Neurología*, 28, 110-116
- Singer, W. (1995). Development and plasticity of cortical processing architectures. *Science*, 270, 758-764
- Stern, E. (2005). Pedagogy meets Neuroscience. *Science*, 4, 310-745
- Thomas, A. et Dargassies, S. (1952). *Études neurologiques sur le nouveau Zné et le jeune nourrisson*. London: Masson
- Valero García, J.J. (1976). *Educación personalizada, ¿utopía o realidad?* Madrid: Ediciones Paulinas.
- Von Glasersfeld, E. (1993). El aprendizaje desde el constructivismo. En *Serie fundamentos de la educación. Constructivismo*. Cali: Universidad Santiago de Cali.
- Zuluaga, J. et al. (2001). *Neurodesarrollo y estimulación*. Bogotá: Medica Panamericana
- Artículo terminado el 01 de mayo de 2017
 Fechas: Recepción 02.06.2017. Aceptación: 25.11.2017

Zulaga, J.A. (2018). Neurociencias y educación. *RELAdEI, Revista Latinoamericana de Educación Infantil*, 7(1), 17-33. Disponible en: <http://www.usc.es/revistas/index.php/reladei/index>



Dr. Jairo Alberto Zuluaga Gómez

Universidad Nacional de Colombia, Colombia

jazuluagago@unal.edu.com

Médico cirujano de la Universidad Nacional de Colombia. Fue director de la Escuela de Educación Médica y Vicedecano Académico de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, así como director de investigación aplicada del Instituto Nacional de Salud de Colombia. Su actividad clínica se ha centrado en el diseño y ejecución de programas de seguimiento Neurológico en recién nacidos y lactantes de riesgo en el Instituto Materno Infantil y en la Liga Central contra la epilepsia de Bogotá. Tales experiencias me han permitido fortalecer un enfoque integrado que desde las neurociencias, se proyecte a los ámbitos de atención en salud y neurodesarrollo en la primera infancia, así como a los escenarios de la educación médica y de modelos educativos dentro del contexto actual de la educación inicial. Ha sido asesor permanente los últimos 15 años en diversas instituciones gubernamentales y no gubernamentales de países latinoamericanos como México, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, Panamá, Costa Rica, República Dominicana, Perú, Brasil, Chile, Paraguay, Argentina y Venezuela. Autor de numerosas publicaciones entre las que destaca el libro “Neurodesarrollo y Estimulación”, el cual plantea un diálogo integrativo entre las neurociencias, la clínica perinatal y la educación.