

Neurociencias y educación



Jairo Alberto Zuluaga
Gómez¹
Universidad Nacional
de Colombia

- 1 M.D. Neurofisiología, Neurodesarrollo. Profesor Asociado del Departamento de Ciencias Fisiológicas. Director de la Escuela de Educación Médica. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina.

* La presentación en power point relacionada con esta ponencia se puede consultar en el CD adjunto a esta publicación.

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 diferenciación 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 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. Lo intuitivo e inocente obviedad, es la innegable relación positiva 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 confluentes:

Primer escenario contextual: 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 diversas tasas 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 sólo 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 equi-

pos 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 el déficit de sustancias enzimáticas que antes arrastraban a la muerte temprana 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 ‘re-orientó’ 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 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.

Las paradojas de la pobreza

Para la década de los 80 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 1.000, 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 ven-

tilatorio 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, en cabeza de Edgar Rey y Héctor Martínez, redescubren la importancia del vínculo temprano para el desarrollo, y con las consignas de “amor, calor y leche 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.

La forma como 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 sólo 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 que después 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 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 cómo 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 se-

lección 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 400 gramos. A los dos años de vida ya se ha duplicado y a los 6 años ya alcanza un peso cercano al adulto (1.400gr). Nuestro sistema nervioso cambia constantemente, desde el momento de la concepción hasta la muerte, desde las células precursoras de nuestro cerebro, aún 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 sobreinterpretación 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 relacionan al ambiente serán mis acciones y los espacios relacionales que propiciemos o las limitaciones que le imponemos, los que tendrán inexo-

rable 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 intersocial (léase globalización) debe construir espacios de confianza para entender y apropiar 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 rechazamos por temor o por no ser obvio.
- 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 la diversidad 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 socioantropológicos 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 socioculturales con modelos diversos de puericultura y conceptualización de lo educativo. En comunidades de la antigua Rusia, posiblemente forzadas por condiciones climáticas y necesidades laborales de las madres, los recién nacidos eran 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 nece-

saria 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 sólo 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, sólo 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 a la sección de desarrollo de la segunda edición del libro insignia de la neurociencia moderna (*Cognitive Neurosciences* editado por Michael S. Gazzaniga), 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 aún transdisciplinar, veríamos tras ella grupos de trabajo que aborden el arrasador volumen de información proveniente de la ciencia moderna, y no sólo que 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 apropiar 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 John Pinel 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 premio Nobel en Fisiología o 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 pacien-

tes intervenidos por Moniz y Almeida Lima, hoy se registran como hechas de manera poco objetiva, con sesgos asociados a los evaluadores y al método y que evidentemente no tenían en cuenta la diversidad comportamental no sólo interespecies sino también en individuos de la misma especie.

Los riesgos e implicaciones de tal procedimiento sólo se reconocieron años después, luego de su amplia difusión por toda Europa y Estados Unidos, 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 so-

cial e histórico. Esto deriva en lo que Goswami 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.

Mitos y leyendas en neurociencias

Primer neuromito: *Plasticidad y periodos críticos del desarrollo*

Reconocemos como plasticidad de un material a la capacidad que 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.

2. APORTES DE LA INVESTIGACIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA PRIMERA INFANCIA

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 sólo 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 como 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 estable-

cer 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 sólo 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 que un sistema nervioso en desarrollo, tiene la máxima posibilidad de ser modificado en su conectividad comunicativa, a partir de las condicio-

nes 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 “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 incursionan en el periodo gestacional. Con sus ajustes terminológicos que han modulado las formas de estimulación tempranas, o adecuadas,

deben ser objeto de permanente revisión y reinterpretación, 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 “formulas” musicales, lumínicas o de movimiento, partiendo de supuestos periodos críticos en los desarrollos auditivos, visuales o propioceptivos. Vivaldi y sus conciertos para flauta amplificadas 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 desco-

2. APORTES DE LA INVESTIGACIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA PRIMERA INFANCIA

nexión 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 temporales espaciales ligadas a los procesos cognitivos y, ante todo, para 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.

Educar cerebros derechos o izquierdos. Priorizar segregando actividades tendientes al aprendiz lógico-matemático frente al aprendiz artístico-emotivo. Son estas algunas de las pretensiones resultantes de aplicación literal y sobresimplificada de estos hechos científicos. La ampliación indiscriminada, y en ocasiones peligrosa, de las ofertas educativas sustentadas de esta forma, generan 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 interven-

ción educativa temprana. Lo que oímos, vemos, tocamos, olemos o degustamos, constituye no sólo 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 nuestra sensaciones y movimientos. Cuando empujamos una pelota y ésta rueda, cuando dormidos 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 pro-

cesamiento, 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 remodelados 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.

Basados 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 moldean 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

2. APORTES DE LA INVESTIGACIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA PRIMERA INFANCIA

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 sólo 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 de allí teorías de las conciencias o de las racionalidades, que no sólo admiten sino que 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 sólo 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 nutrientes, 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 nutriológica, 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 ha popularizado una serie de compuestos químicos como los ácidos grasos conocidos como omega 3, para los cuales, sin descartar la importancia nutricional que tienen, se han montado campañas comerciales y se han 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.

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 XX 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 interpretaciones 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 XX, 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 manera radical a un individuo agita-

do 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.

Aspectos generales, conclusiones y recomendaciones a partir de las zonas grises reconocibles en la transición del conocimiento neurocientífico a la pedagogía y la educación

- La socialización del conocimiento científico en general y en particular de las neurociencias, no sólo es deseable sino que se ha convertido para la sociedad moderna en un

deber y un derecho social vinculado al derecho de acceso a la información.

- Esta divulgación asocia todos 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 con 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 estas 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 transdisciplinares y grupos colegiados que, como en el presente simposio, involucren educadores, científicos, políticos,

sociólogos y público en general, propiciando la incorporación crítica y plural del mismo.

- Las experiencias que desde los países miembros de la Organización de Estados Americanos (OEA) representados han propiciado la apertura de foros, cursos, simposios y espacios de debate favoreciendo el encuentro entre la educación y las neurociencias, han tenido una importante acogida, que más allá del fenómeno esnobista, pone en evidencia la sed innovadora que frente a la educación, tienen todas las sociedades.
- Las problemáticas vinculadas inevitablemente a la inversión en educación, de manera general, son temas que aún 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 desagregados 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 linderos sectoriales.
- La puesta en escena del lenguaje de las neurociencias en la educación y la reelaboración de los preexistentes, 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 funcio-

2. APORTES DE LA INVESTIGACIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA PRIMERA INFANCIA

nal, 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 sólo entre hombres y mujeres (de género) sino aquellas asociadas con los contextos sociales, culturales y etnoantropológicos, 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, científicista, 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: su ser social diverso y singular, que opera desde la complejidad individual. Esto ha sido nombrado en el simposio de múltiples formas pero resalta como *lo natural*.
- Las neurociencias han permitido reconocer tipologías en los procesos atencionales, que permiten inter-

pretarlos 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 traducida 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 sólo 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 cómo el sistema nervioso en desarrollo integra sus percepciones particulares del mundo, para sobre ello organizar sus actos, a través de movi-

mientos. 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 lo largo 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 de 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 en términos de la heterogeneidad y la multiculturalidad.

Referencias

- Abt I. (1946). *History of pediatrics. Practice of Pediatrics*. McQuarrie.
- Amiel-Tison C. et Grenier A. (1985). *La surveillance neurologique au cours de la premiere année de la vie*. Editorial Masson.
- Ardila Alfredo y Roselli Mónica. (1992). *Neuropsicología clínica*. Prensa Creativa. Medellín, Colombia.
- Baron-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*. Siglo Veintiuno Editores.

2. APORTES DE LA INVESTIGACIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA PRIMERA INFANCIA

- Capra F. (1999). *La trama de la vida*. Editorial Anagrama.
- Damasio Antonio. (1996). *El error de Descartes*. Editorial Crítica (Grijalbo Mondadori S.A). Barcelona, España.
- Falkner F. (editor). (1969). *Desarrollo humano*. Salvat.
- Foucault M. (1986). *El nacimiento de la clínica. Una arqueología de la mirada médica*. Siglo Veintiuno Editores.
- Gardner H. (2000). *La Educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas*. Editorial Paidós Ibérica.
- Gazzaniga M. S. (editor). (2001). *The new cognitive neurosciences*. MIT Press.
- Gesell A. and 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*. Universidad de Valencia.
- Goswami, Usha. (Apr. 2006). *Neuroscience and education: from research to practice?* Nature Reviews Neuroscience; 2-7.
- Grantham-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*. Plaza & Janés.
- Jacobson M. (1991). Dependence of the developing Nervous System on nutrition and hormones. In: *Developmental Neurobiology*; 285-310.
- Jacobson M. (1993). *Developmental Neurobiology*. Plenum press.
- Kandel E. et al. (2000). *Principles of neural science*. McGraw Hill.
- Kandel R. et al. (1995). *Essentials of Neural Science and Behavior*. Appleton & Lange.
- Katz L. C. and Shatz C. J. (1996). Synaptic activity and the construction of cortical circuits. *Science*; 274:1133-1138.
- Luhman Niklas. (1998). *Complejidad y modernidad: de la unidad a la diferencia*. Editorial Trotta, Madrid, España.
- Martínez H. and Rey E. (1990). *Programa madre canguro en el IMI*. Editorial Fundación Vivir/UNICEF.
- Martínez M. y Zuluaga. J. *El cerebro educable. Universidad Nacional de Colombia. En edición*.
- McAllister A. K. et al. (1999). Neurotrophins and synaptic plasticity. *Annu. Rev. Neurosci*; 22:295-318.
- Meltzoff A. (1977). Imitation of facial and manual gestures by human neonates. *Science*; 198:75-78.

- Mendoza-Vega J. (1989). *Lecciones de historia de la Medicina*. Editorial 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 Earl K. (October 2000). *The prefrontal cortex and cognitive control*. Nature Reviews Neuroscience, (1) 59-65.
- Morin E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Cooperativa Editorial Magisterio.
- Morin Edgar. (1998). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa. Barcelona, España.
- Norrie McCain M. (2007). Mustard Fraser, Shanker, S. *Early years study 2*. Council for Early Child Development. Toronto, Canadá.
- Not L. (1997). *Las pedagogías del conocimiento*. Fondo de Cultura Económica.
- Peiper A. (1963). Cerebral function in infancy and childhood. Consultants bureau.
- Ramón y Cajal S. (1981). *Historia de mi labor científica*. Alianza Universidad.
- Raz, A., Buhle, J. (May 2006). *Typologies of attentional networks*. Nature Reviews Neuroscience; 7:367-379.
- Sacks Oliver. (April 26, 2001). *Inside the Executive Brain*, The New York Review of Books.
- 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*; 310:745.
- Thomas A. et Dargassies S-A. (1952). *Études neuroloques sur le nouveau-né et le jeune nourrisson*. Masson.
- Valero García, J.J. (1976). *Educación personalizada, ¿utopía o realidad?*
- Von Glasersfeld E. (1993). El aprendizaje desde el constructivismo. En: *Serie fundamentos de la educación*. Constructivismo. Universidad Santiago de Cali.
- Zuluaga, J. et Al. (2001). *Neurodesarrollo y estimulación*. Ed. Médica Panamericana.