

Participación Educativa

REVISTA DEL CONSEJO
ESCOLAR DE ESTADO

Ministerio
de Educación, Cultura
y Deporte

Consejo
Escolar
del Estado

**La investigación sobre el cerebro y la
mejora de la educación**

Segunda Época/Vol. 1/N.º 1/2012

Artículo

**‘Neurociencia cognitiva
del desarrollo: el periodo
pre-escolar’**

Nuria Sebastián Gallés



NEUROCIENCIA COGNITIVA DEL DESARROLLO: EL PERIODO PRE-ESCOLAR

DEVELOPMENTAL COGNITIVE NEUROSCIENCE: THE PRE-SCHOOLING PERIOD

Núria Sebastián Gallés

Universitat Pompeu Fabra

Resumen

En los primeros meses de vida la interrelación entre el desarrollo cognitivo y cerebral es particularmente evidente. Los avances tecnológicos en la capacidad para obtener imágenes del cerebro en vivo, como por ejemplo a través de la resonancia magnética funcional, han permitido una mejor comprensión de la complejidad del desarrollo cerebral. En este artículo presento una breve introducción a conceptos básicos sobre cómo cambia el cerebro como producto de la programación genética y la interacción con el entorno. El desarrollo temprano del lenguaje ejemplifica de manera clara diversos aspectos de dicha interacción. Aunque en numerosos campos es temprano para aplicar una buena parte de los conocimientos neurocientíficos a la escuela, un conocimiento fundamentado (y libre de todos los neuromitos y palabrería pseudocientífica) sin duda ayudará a los profesionales de la educación a comprender mejor el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: Infancia, desarrollo del cerebro, periodos críticos, lenguaje, neuromitos.

Abstract

During the first months of life, the cross-talk between cognitive development and brain development is particularly clear. Recent advances in brain imaging techniques, such as functional magnetic resonance, have allowed a better understanding of how the human brain develops. Here I present a short introduction to some basic concepts on how our brain changes as a function of genetic pre-programming and environmental interaction. Early language development is a clear showcase of such complex interaction. Although it is likely too early to apply most of our current knowledge to the school context, a well-grounded knowledge (free of neuromyths and pseudoscience) will help educational professionals to better understand the learning process.

Keywords: *Infancy, brain development, critical periods, language, neuromyths*

1. Introducción

La idea de que en los primeros años de vida los bebés son sujetos activos es relativamente reciente. Ahora sabemos que, contrariamente a lo que se pensaba hace unas décadas, la estimulación específica que recibe un bebé o un niño pequeño va a jugar un papel muy importante (aunque no definitivo) en su desarrollo posterior. Así y todo, la mayoría de los pediatras y maestros reciben una información o bien no actualizada o bien escasa acerca del desarrollo cognitivo y neural temprano en estas etapas.

A mediados del siglo pasado aparecieron dos influyentes corrientes acerca del desarrollo temprano, aunque con énfasis teóricos bastante distintos: la etología, con los influyentes trabajos de K. Lorenz o N. Tinbergen y la psicología del desarrollo de J. Piaget o L. Vigotsky. Los trabajos desde la etología supusieron un énfasis en la existencia de patrones específicos de conducta característicos de nuestra especie, como algunos reflejos existentes al nacer o la preferencia de los bebés por la voz humana o por óvalos en los que se sitúen círculos que se asemejen a una disposición “normal” de ojos y boca, en comparación a una que simule un rostro invertido. Dado el carácter poco flexible de los patrones descritos por los etólogos en el comportamiento animal, no es de extrañar que este tipo de formulaciones tuviera poco eco en el ámbito de la educación. Por el contrario, el énfasis en el papel de la interacción con el medio (o de la interacción social) como mecanismo fundamental de construcción del conocimiento resultó de gran atractivo para los investigadores en educación, ya que proporcionaba un marco teórico en el que ubicar el impacto del entorno en el desarrollo infantil. No obstante, las propuestas de Piaget y de Vigotski al poner un gran énfasis en la acción como uno de los motores del

desarrollo infravaloraron las capacidades y los cambios que ocurren en los primeros años de vida. Por ejemplo, Piaget propuso que antes de los dos años si bien los niños pueden reconocer y manipular objetos, no pueden tener conceptos o ideas abstractas, afirmaciones que ahora sabemos que no son correctas.

Como se ha comentado más arriba, tanto los trabajos originales de la etología, como los de Piaget o Vigotsky aparecieron hace ya mucho tiempo (en las décadas de los 40, 50 y 60) cuando la psicología cognitiva se estaba empezando a desarrollar y muchísimo antes de que la neurociencia cognitiva hiciera su aparición. Lorenz recibió un premio Nobel y nadie duda que Piaget o Vigotsky fueron unos genios. Sus aportaciones fueron fundamentales en cuanto que establecieron un modelo teórico y una agenda de trabajo para el campo que tuvo una larga vigencia, pero como tiene que ocurrir en ciencia, investigaciones posteriores han permitido mostrar las limitaciones de sus estudios aportando nuevos conocimientos y abriendo nuevas perspectivas.

El objetivo de este artículo es proporcionar algunos conocimientos generales acerca de cómo el cerebro se desarrolla en los primeros años de vida, así como elementos de discusión y reflexión en torno a la relación entre la neurociencia cognitiva y la práctica educativa. Espero también poder proporcionar elementos que permitan discernir, entre las distintas afirmaciones que se suelen escuchar, aquellas que no son más que mitos sobre el desarrollo del cerebro (los denominados “neuromitos”). Como vamos a ver a continuación, en los primeros meses de vida el desarrollo del cerebro, y en consecuencia de su cognición, pasa por un periodo de profundos cambios.

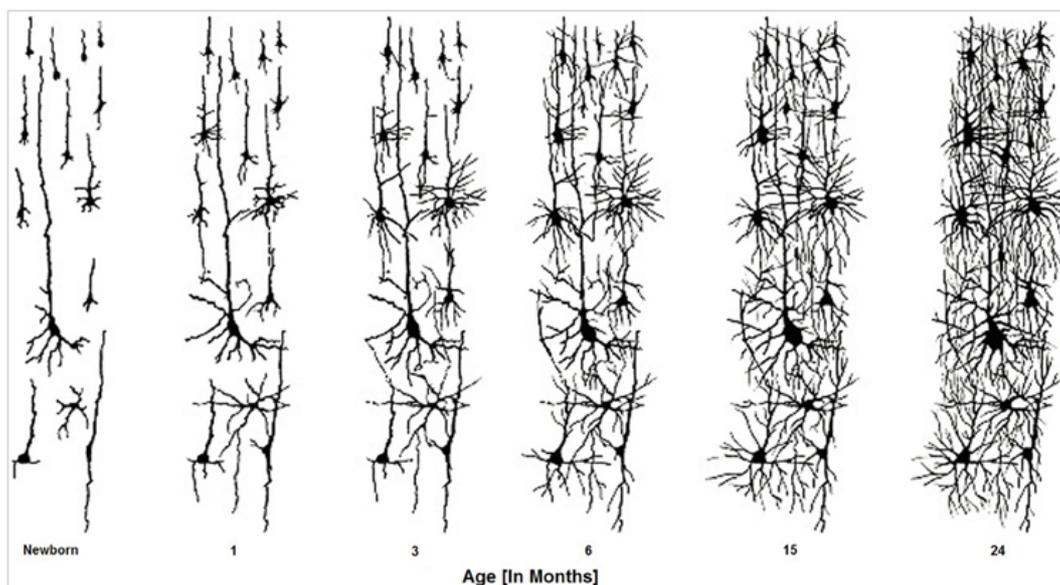
2. El desarrollo del cerebro: neuronas, conexiones, áreas y redes

La idea más popular acerca del desarrollo del cerebro en los primeros años de vida es que éste va incrementando numéricamente su complejidad, permitiendo conductas cada vez más sofisticadas: a más neuronas y más conexiones, mayor capacidad y eficiencia del cerebro.

Imágenes como la de la figura 1 (Huttenlocher & Dabholkar, 1997) ilustran de manera muy gráfica esta idea de incremento cuantitativo de la complejidad. Sin embargo, un mayor número de neuronas y conexiones no equivale a un mejor funcionamiento. Los seres humanos nacemos con un cerebro inmaduro, de hecho es justamente esta inmadurez la que permitirá que la experiencia lo moldee de manera fundamental. En los primeros meses de vida, la corteza cerebral experimenta una importante proliferación de sinapsis (*sinaptogénesis*), que va a verse seguida por un

periodo de “poda” (eliminación de sinapsis, a menudo por falta de uso). Un aspecto importante es que la dinámica temporal de estos dos procesos varía de manera significativa en distintas áreas de la corteza cerebral. Así, en áreas sensoriales visuales o auditivas (la parte de la corteza cerebral que se encuentra más directamente conectada con los órganos sensoriales), el número máximo de sinapsis se alcanza a las pocas semanas después del nacimiento, mientras que en la corteza prefrontal (la parte de la corteza cerebral con un desarrollo relativo mayor en la especie humana, cuando se compara con otras especies) el incremento es mucho más lento. De hecho, la densidad sináptica en la corteza prefrontal no tendrá valores máximos equivalentes a la auditiva hasta el cuarto año de vida. Estas diferencias entre distintas áreas de la corteza se observan también en otros aspectos del desarrollo cerebral, como las medidas de arborización dendrítica, el metabolismo regional y la mielinización (Chugani & Phelps, 1986).

Figura 1.- Desarrollo de conexiones entre las células del cerebro en los dos primeros años de vida del niño



Al igual que ocurre con los cables de la electricidad, los axones de las neuronas se recubren de un “aislante”, en este caso, una sustancia grasa, la mielina. Aquellos axones cuya capa de mielina sea más gruesa van a permitir una transmisión de la señal mucho más efectiva que aquellos otros con una capa de mielina más fina. Especialmente en el cerebro en desarrollo, la cantidad de mielina en una determinada área puede ser una buena medida indirecta del uso que se hace de dicha área. Para hacernos una idea de la importancia de la mielina, la causa de los síntomas observados en la esclerosis múltiple es una patología de la mielina. Al igual que ocurre con la sinaptogénesis y los procesos posteriores de poda, la mielinización tiene también ritmos temporales distintos según las áreas del cerebro. Así pues, no solamente importa cuántas neuronas o conexiones sinápticas existan, sino que también van a importar la estructura de la sustancia blanca (los axones y la mielina), las dendritas o la neuroquímica de la sinapsis a la hora de moldear el funcionamiento cerebral.

Como resultado de estas diferencias en el ritmo de maduración entre distintas áreas del cerebro, el impacto del entorno y las posibilidades de compensar experiencias iniciales atípicas van a variar también a través de ellas. Una estimulación visual deficiente en los primeros años de vida (como la que se produce en el caso de niños nacidos con cataratas monoculares o con problemas de ambliopía u “ojo vago”) si no se corrige rápidamente va a producir

consecuencias en la organización cerebral que serán prácticamente imposibles de corregir más tarde. Por el contrario, el prolongado desarrollo de las áreas prefrontales va a permitir una extensa ventana temporal en la que el entorno va a poder modificar la organización del cerebro (lo que implica también posibilidades de reparación en el caso de estimulaciones desafortunadas). Un concepto muy popular es el de la existencia de “periodos críticos” en el desarrollo. La visión radical del periodo crítico es la de una ventana temporal única y estricta en la que si no se produce la estimulación adecuada, los resultados son catastróficos. Si bien es cierto que determinadas áreas del cerebro requieren de una estimulación precisa en un momento preciso, estas son muy pocas. Como el lector habrá podido deducir, deberán corresponderse a las áreas del cerebro en las que se producen procesos de índole madurativo (como la sinaptogénesis y posterior poda) de manera muy rápida. Así y todo, no es cierto que la estimulación fuera de la ventana temporal (antes o después) no sea en absoluto efectiva, de hecho los investigadores de este ámbito prefieren hablar de “ventanas de oportunidad” caracterizadas por el hecho de que una cantidad de estimulación pequeña produce grandes cambios; fuera de la ventana de oportunidad, puede ocurrir que ingentes cantidades de estimulación tengan un impacto prácticamente despreciable. La sinaptogénesis y la poda están determinadas por mecanismos neuroquímicos. La presencia de determinadas molé-

culas (en áreas cerebrales concretas) “potencia o frena” la aparición o desaparición de sinapsis, condicionada a que haya actividad en las neuronas. Estos son los tipos de mecanismos que modulan el impacto de la experiencia de manera temporalmente diferencial en las distintas áreas del cerebro (Bavelier *et al.*, 2010).

Los distintos ritmos de maduración de las diferentes estructuras corticales vienen determinados tanto por la genética, como por la estimulación específica. Estudios con animales que han sido criados en entornos de carencia sensorial muestran organizaciones de la corteza visual aberrante, lo que indica la necesidad de estimulación sensorial para un desarrollo normal incluso para cómputos de naturaleza sensorial (como, por ejemplo, poder discriminar líneas verticales de horizontales; D. Hubel y T. Wiesel recibieron el premio Nobel en 1981 por sus descubrimientos acerca de los cambios inducidos en la corteza sensorial visual debidos a la carencia sensorial). Por otra parte, aunque el cerebro es extraordinariamente plástico, su estructura impone restricciones a los posibles cambios inducidos por el entorno. Por ejemplo, en los individuos oyentes, la red cerebral implicada en el procesamiento del lenguaje tiene su epicentro en las áreas sensoriales auditivas, lo que tiene un gran sentido en términos de arquitectura funcional. Dado que el lenguaje es un estímulo acústico, es lógico que su procesamiento implique estructuras cercanas a esa área. Por esa misma razón, en el caso de individuos hablantes de la lengua de signos (y sordos desde su nacimiento), la red cerebral implicada en el lenguaje debería ser distinta y localizarse cerca de las zonas del cerebro responsables del procesamiento visual y espacial. Sin embargo, no es así. Los hablantes de la lengua de signos, sordos de nacimiento, reclutan las mismas áreas del cerebro que los oyentes para procesar el lenguaje, con la salvedad de que como es lógico, implican ciertas estructuras de procesamiento sensorial viso-espacial. Esto indica que el cerebro tiene un sesgo para realizar ciertos tipos de cómputos característicos del lenguaje en determinadas áreas específicas, independientemente de si la estimulación es visual o auditiva (Neville *et al.*, 1998), aunque la exposición a una lengua específica va a producir una cierta modulación en los circuitos neurales.

Mediante distintas técnicas de neuroimagen se ha podido constatar qué zonas del cerebro consumen más oxígeno (y por lo tanto están más activas) en la realización de determinadas actividades (los populares “cerebros en colores” que suelen aparecer en la prensa). Estas activaciones cambian en función del desarrollo cerebral. Siguiendo con las áreas antes descritas (áreas sensoriales primarias y la corteza prefrontal) es evidente que los cambios en el número de sinapsis, el grado de mielinización, así como diversos cambios en los neurotransmisores que ocurren a lo largo de la vida, van a comportar patrones de activación distintos en distintos momentos del desarrollo. Mientras que los cambios de activación en las áreas sensoriales van a ser muy pocos transcurridos los primeros meses de vida, en la corteza prefrontal vamos a poder observar cambios muy importantes a lo largo de toda la vida (ya que es una zona que empieza a deteriorarse muy pronto también). Sin embargo, una visión de que el funcionamiento del cerebro y su relación con la conducta se limita a describir los distintos patrones de activación en diferentes áreas al llevar a cabo distintas tareas es muy limitada y no refleja de manera cabal el funcionamiento del cerebro.

Un error conceptual bastante generalizado es presuponer que las distintas áreas del cerebro se activan de manera más o menos exclusiva en la realización de determinadas tareas, es común oír “las áreas del lenguaje” o “el cerebro emocional”... Una visión más acertada es considerar que determinadas estructuras cerebrales juegan un papel privilegiado en determinadas tareas, pero las mismas estructuras suelen jugar papeles importantes en distintas

tareas. Una noción fundamental para comprender cómo opera el cerebro es entender que éste forma redes o sistemas, que conectan estructuras tanto cercanas como lejanas. Existen diferentes métodos que nos permiten ver como se conectan a nivel físico distintas áreas. Mediante el estudio de tractos cerebrales y cambios en la sustancia blanca podemos “dibujar” mapas de conectividad física del cerebro. Otro tipo de métodos permiten observar lo que se denomina la *conectividad funcional*. Mientras que los métodos previos tan solo mostraban qué áreas del cerebro estaban especialmente activas durante la realización de una tarea, estos métodos nuevos nos permiten observar la direccionalidad de la activación e incluso establecer relaciones de causalidad. El desarrollo de estas técnicas es muy reciente y el número de investigaciones que las ha utilizado para explorar el desarrollo temprano es realmente muy reducido.

El estudio del desarrollo es el estudio del cambio como producto de la información contenida en el genoma y su interacción con el entorno (lo que ahora conocemos como “epigenética”); además, la educación es fundamentalmente la realización de actividades que pretenden cambios específicos (aprendizaje). Este tipo de metodologías nos van a permitir poner a prueba distintas hipótesis y ayudarnos a comprender mejor diferencias en efectividad de programas, diferencias individuales, etc.

3. Un caso paradigmático: el desarrollo temprano del lenguaje

Uno de los ámbitos de investigación que más claramente puede ilustrar la compleja interrelación entre predisposiciones innatas del cerebro y la influencia del entorno es el del estudio del lenguaje humano. La lingüística ha mostrado que las distintas lenguas que hablamos los seres humanos comparten una serie de estructuras subyacentes (nombres, verbos, concordancias, etc.), lo que indica que el cerebro se encuentra especialmente diseñado para procesar dicho tipo de estructuras. Pero, por otra parte, las lenguas presentan una gran variedad y la exposición a una lengua en concreto va a determinar que se aprenda una estructura u otra. Así, un niño expuesto al castellano, al catalán o al gallego aprenderá que las preposiciones van antes de los nombres, pero un niño que aprenda vasco aprenderá que van detrás.

Al nacer, los seres humanos vienen equipados con un cerebro que le permitirá empezar a aprender el lenguaje (cualquier lenguaje) ya en el momento del nacimiento (si no antes) y que en pocos meses le hará descubrir las primeras palabras y las propiedades gramaticales fundamentales de la lengua. Diversos estudios llevados a cabo con neonatos (bebés todavía en la maternidad, estudiados entre las 4 horas y los 4 días de vida) han mostrado que pueden percibir las diferencias entre la práctica totalidad de los fonemas de todas las lenguas del mundo, aunque sus padres no los produzcan o no puedan percibirlos (un bebé nacido en una familia china o japonesa no tiene ningún problema en percibir las diferencias entre las palabras “cara” y “cala”). También pueden notar las diferencias entre lenguas que suenen muy distinto, como el japonés y el holandés, pero no lenguas que suenen más parecido, como el inglés y el holandés o el castellano y el italiano. Estas capacidades no dependen de la lengua de los padres (Kuhl, 2004). Por lo que respecta al substrato biológico, se ha observado que ya en los primeros meses de vida cuando los bebés escuchan el lenguaje se pone en funcionamiento una red similar (aunque menos madura) a la que se pone en marcha en el caso de los adultos: estructuras fronto-temporales y con una mayor actividad en el hemisferio izquierdo que en el derecho (Leroy *et al.*, 2011). Estos resultados muestran una cierta especialización cortical para el lenguaje ya presente en el nacimiento.

A partir del 5.º o 6.º mes de vida se observa un cambio importante en la capacidad para discriminar fonemas. Los bebés empiezan a tener dificultades para percibir fonemas que no se encuentran presentes en la lengua de los padres, a la par que mejoran la capacidad para percibir los que sí forman parte del repertorio de la lengua materna (empezando con las vocales y finalizando con las fricativas –las consonantes /s/, /f/, etc.). Este tipo de desarrollo es totalmente compatible con el tipo de evolución del cerebro descrito en la sección anterior en el que el papel de la exposición “poda” conexiones que no se utilizan (dificultando discriminaciones anteriormente posibles) y “pavimenta” las que sí (mejorando las que se practican) (Kuhl *et al.*, 2006; Sebastian-Galles, 2006).

También a partir del 6.º mes de vida los bebés empiezan a reconocer palabras familiares, aunque van a necesitar que las pronuncie una persona a la que estén acostumbrados a oír (Bergelson & Swingley, 2012). Los bebés van a seguir incrementando su vocabulario y al mismo tiempo van a ir descubriendo distintas propiedades de las palabras de su propia lengua. Por ejemplo, entre los 8 y 10 meses de vida los bebés aprenden cuáles son los patrones de acento característicos en su lengua (el acento en la primera sílaba de las palabras para el inglés, o en la penúltima para el español), o cómo pueden empezar o acabar las palabras (“tr” puede aparecer al principio de una palabra en español, pero no al final). Tomado en su conjunto, nuestro conocimiento sobre desarrollo inicial del lenguaje es elegantemente consistente con lo que ahora mismo sabemos acerca del desarrollo del cerebro (incluso considerando los aspectos moleculares y su papel en el establecimiento de las categorías fonéticas de la lengua materna, Weikum *et al.*, 2012).

Los bebés no solo utilizan la información estrictamente lingüística (los fonemas, los cambios de intensidad y duración que indican el acento...) sino que también van a emplear información social para acelerar el aprendizaje. Los bebés emplean ya en el primer año de vida información de tipo social como la dirección de la mirada para deducir a qué objeto (de varios que puede estar presentes) corresponde la palabra a la que se está refiriendo un adulto. A los 6 meses de edad los bebés prefieren escuchar a alguien que hable su propia lengua que una lengua desconocida, a los 10 meses prefieren coger un objeto de una persona que hable su lengua materna que de una que hable una lengua desconocida (Kinzler, Dupoux, & Spelke, 2007). Dado que las personas que padecen de autismo tienen una baja capacidad para utilizar información de tipo social, es evidente que no van a poder emplear este tipo de información para aprender palabras nuevas, teniendo pues un hándicap para aprender el vocabulario

Una situación que suele suscitar numerosas preguntas (y dudas) relacionada con la adquisición del lenguaje, es el bilingüismo. Hay muchas situaciones distintas en las que un individuo aprende dos lenguas: porque ya en su hogar coexisten las dos lenguas (porque ambos progenitores son bilingües o porque cada uno habla lenguas distintas), porque, aunque en su hogar solo hay una lengua, vive en una sociedad multilingüe (como ocurre en una parte muy importante de la sociedad española), porque ha emigrado a otro país y tiene que aprender la lengua de dicho lugar, porque la necesita por su trabajo... etc. Desde el punto de vista del desarrollo cada situación tiene características bastante diferentes y explorar cada una de ellas aquí es materialmente imposible. Alrededor del bilingüismo hay diversos mitos que merecen aclararse. En primer lugar, no hay ninguna evidencia empírica sólida de que antes de empezar a aprender una segunda lengua, los niños tienen que tener bien aprendida la primera. Los datos existentes indican que los bebés que crecen en entornos bilingües tienen un desarrollo del lenguaje equivalente al de los que crecen en entornos monolingües. Aunque se han documentado algunas diferencias en el desarrollo en el primer año de vida, la conclusión

es que alcanzan los mismos hitos, a través de caminos algo diferentes (Sebastian-Galles, 2010; Werker, Byers-Heinlein, & Fennell, 2009). De hecho, existen numerosas evidencias de que una exposición bilingüe reporta beneficios en diferentes aspectos de la cognición (incluso fuera del ámbito del lenguaje) a lo largo de toda la vida (Bialystok, Craik & Luk, 2011). El ejercicio constante que tiene que realizar el bilingüe para poder aprender y manejar sus dos lenguas acarrea una “gimnasia cognitiva” que conllevaría un desarrollo más rápido de áreas de la corteza prefrontal en los niños y un mayor enlentecimiento en el deterioro debido al envejecimiento.

Otro de los mitos es que las personas que son bilingües tienen más facilidad para aprender lenguas nuevas. La verdad es que la evidencia a favor de esta afirmación es escasa y no supera una prueba de escrutinio científico serio. Veamos con un ejemplo un estudio en concreto para analizar el tipo de evidencias y los problemas que conlleva. Un trabajo que recientemente ha recibido una cierta difusión en los medios como dando soporte a la hipótesis de que los bilingües aprenden mejor lenguas nuevas que los monolingües es el publicado por S. Abu-Rabia y E. Sanitsky en 2010. Para poner a prueba esta hipótesis se seleccionaron dos grupos de niños israelitas que aprendían como segunda o tercera lengua el inglés. Un grupo era monolingüe hebreo y el otro bilingüe hebreo-ruso. Los resultados mostraron que los estudiantes bilingües sacaban mejores puntuaciones en las pruebas de inglés que los monolingües. Si ambos grupos fueran exactamente idénticos, sería un resultado apoyando la hipótesis de la ventaja de los bilingües. Pero los dos grupos no eran equivalentes en factores que podrían influir en el aprendizaje. Veamos un par. En primer lugar, los bilingües eran emigrantes nacidos en Rusia. Por lo tanto, estos niños habían pasado por situaciones en las que se habían tenido que adaptar a una nueva sociedad, costumbres, etc., circunstancias por las que los niños monolingües no habían tenido que pasar. Habría que ver si estos niños bilingües eran mejores que los monolingües en otros tipos de aprendizaje, no relacionados con el aprendizaje del lenguaje. Si fuera así, podría no ser el bilingüismo lo que daría una ventaja en el aprendizaje del inglés. En segundo lugar, es posible que estos niños tengan una mayor motivación para aprender en general, dado que sus padres habían emigrado y (es posible) que tuvieran una mayor cultura del esfuerzo. A favor de esta hipótesis está el hecho de que sus puntuaciones en numerosas pruebas que miden el conocimiento lingüístico, así como, en especial, su conocimiento del vocabulario hebreo, eran mejores que los de los niños monolingües. Este último dato es especialmente llamativo (y sorprendente), ya que existe una amplia literatura que muestra que aun cuando el número total de palabras (sumando ambas lenguas) que conocen los bilingües es similar al de los monolingües –si no superior– cuando se considera solo una lengua, es menor. Este estudio no demuestra si el bilingüismo es o no beneficioso a la hora de aprender una tercera lengua. Pudiera ser que lo fuera, pero el diseño del estudio no permite descartar otras hipótesis alternativas. Lo que lleva a concluir que no hay evidencia a favor de la hipótesis de que el bilingüismo facilite el aprendizaje de terceras lenguas (ni de que no lo haga).

4. Elementos para discusión y prospectiva

El tema de este monográfico es la relación entre investigación en neurociencia y mejora en la educación. Lo que la investigación en neurociencia cognitiva ya nos proporciona es un marco conceptual para comenzar a comprender la cognición humana (entendida en un sentido amplio, lo que incluye los aspectos emocionales y sociales). En este sentido nos empieza a proporcionar herramientas muy precisas para diagnosticar y para evaluar la efectividad de distintas intervenciones. La neurociencia cognitiva es una ciencia muy joven (como también lo es la psicología científica), con apenas unas décadas de vida. La mayoría de los métodos descritos son también el producto de avances científicos y tecnológicos muy recientes y su uso para el estudio del desarrollo cognitivo (neurotípico o atípico) es en muchos casos tan reciente que no supera los 3-4 años. Las promesas son muchas y las expectativas son muy altas.

Para que la investigación en neurociencia cognitiva pueda ser útil en el contexto de la escuela, es también necesario un cambio en la manera de abordar la investigación en educación por parte de sus especialistas. Los neurocientíficos (que incluye un amplio abanico no solo de psicólogos, sino también biólogos, médicos, físicos, matemáticos,...) estamos empezando a poder describir los cambios que ocurren en el cerebro como consecuencia del aprendizaje de la lectura o de padecer maltratos en la primera infancia; o en qué se diferencia el funcionamiento cerebral de un individuo que padece un trastorno del espectro autista de otro que no lo padece (o incluso, qué diferencias existen entre los diversos tipos de autismos). También, en colaboración con especialistas en genoma, estamos empezando a identificar las causas precisas de por qué ciertos individuos son más sensibles a ciertos tipos de exposiciones (o intervenciones) que otros. Por ejemplo, existe numerosa evidencia que relaciona la presencia del polimorfismo COMT con la aparición de determinados trastornos de la personalidad. Los neurocientíficos proporcionan modelos teóricos y herramientas de diagnóstico muy precisas, pero no son ellos los que determinan su uso en el contexto escolar.

Un concepto que ha aparecido de manera recurrente en todo este capítulo es el de “precisión”. A menudo se dice que los descubrimientos provenientes del laboratorio no son pertinentes para el entorno escolar, porque la situación en la escuela es muchísimo más compleja que la de un laboratorio y por consiguiente su validez está muy limitada. Como suele ocurrir con las cuestiones importantes, la respuesta es compleja, de hecho, quienes defienden estas afirmaciones tienen razón y están equivocados al mismo tiempo. Los resultados de las investigaciones no son directamente extrapolables y no dan cuenta de toda la complejidad de una interacción educativa ciertamente, pero sí son pertinentes. A modo de analogía sería como decir que los avances en biología que han permitido desarrollar tratamientos efectivos contra distintas enfermedades no son pertinentes porque en la aparición y desarrollo de las mismas juegan un papel fundamental aspectos como la alimentación previa del enfermo y, en general, condiciones de salubridad (directamente relacionadas con la pobreza), porque el enfermo no sigue la pauta marcada, porque ingiere otro tipo de medicamentos, etc. Un medicamento que es muy efectivo en un paciente puede no serlo en otro. Un tratamiento muy agresivo con quimioterapia puede ser la mejor opción contra un cierto cáncer, pero el médico puede decidir que no es la mejor opción para un paciente porque el nivel de leucocitos es muy bajo y dicho tratamiento podría ser fatal. ¿Quiere esto decir que la investigación llevada a cabo en el laboratorio que ha permitido mostrar que dicho tratamiento es el más efectivo no es válida? También en educación, un programa puede ser en principio óptimo y así y todo fracasar estrepitosamente por una plétora de razones. Exis-

ten procedimientos científicos para determinar la validez de un tratamiento médico (que pueden ser muy dispares, métodos clínico, epidemiológico, etc.). Una cuestión abierta es el establecimiento en la comunidad educativa de protocolos de evaluación de intervenciones. A veces se argumenta que tales protocolos no pueden establecerse porque cada situación de enseñanza es única (cada clase es única, cada niño es único). También lo es cada tratamiento médico, cada enfermo y se han podido establecer procedimientos aceptados a nivel mundial.



Para finalizar, una crítica frecuente es que la neurociencia no aporta nada nuevo (o casi nada nuevo), que tan solo se “redescubren” cosas que los maestros y padres ya saben. Cuando Isaac Newton formuló las leyes de la gravitación universal, estableciendo las bases de la mecánica clásica, su aportación no fue la de darse cuenta de que las manzanas caían de los árboles al suelo (podemos imaginarnos que mucha gente antes ya se había dado cuenta de ello). Lo importante fue que proporcionó un marco teórico que explicaba el porqué. Con el paso de los años, sus propuestas se demostraron parcialmente erróneas, pero también se demostraron capitales para que hoy podamos disfrutar de internet o del láser. Comprender el porqué de las cosas es importante a nivel personal (saber que llevamos media hora parados en la autopista porque ha habido un accidente más adelante reduce el nerviosismo, si lo comparamos con la situación en la que no sabemos qué ha pasado) y a nivel social (permite incrementar el conocimiento, lo que nos llevará a vivir mejor –como con medicamentos mejores o con energías más sostenibles). El objetivo de la neurociencia cognitiva del desarrollo es explicar de una manera integrada con otras disciplinas como el ser humano partiendo del momento del nacimiento se desarrolla hasta alcanzar la vida adulta y más tarde a lo que conocemos como tercera edad. Espero haber mostrado que en esta empresa estamos construyendo todos juntos un cuerpo de conocimiento único que se nutre y aporta conocimientos de la psicología, la biología molecular, la genética e incluso la física y las matemáticas (mediante la neurociencia computacional). La cuestión es si es posible tender puentes hacia la educación y si lo es, por dónde empezar.

Referencias bibliográficas

- ABU-RABIA, S. & SANITSKY, E. (2010): "Advantages of bilinguals over monolinguals in learning a third language". *Bilingual Research Journal*, 33, pp. 173-199.
- BAVELIER, D.; LEVI, D.M.; LI, R.W.; DAN, Y., & HENSCH, T.K. (2010): "Removing brakes on adult brain plasticity: from molecular to behavioral interventions". *Journal of Neuroscience*, 30, 14964-14971.
- BIALYSTOK, E.; CRAIK, F.I., & LUK, G. (2012): "Bilingualism: consequences for mind and brain". *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 240-250.
- BERGELSON, E. & SWINGLEY, D. (2012): "At 6-9 months, human infants know the meanings of many common nouns". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, pp. 3253-3258.
- CHUGANI, H.T. & PHELPS, M.E. (1986): "Maturational changes of cerebral function in the infant determined by FDG positron emission tomography". *Science*, 231, pp. 840-843.
- HUTTENLOCHER, P.R. & DABHOLKAR, A.S. (1997): "Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex". *Journal of Comparative Neurology*, 387, pp. 167-178.
- KINZLER, K.D.; DUPOUX, E., & SPELKE, E.S. (2007): "The native language of social cognition". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 12577-12580.
- KUHL, P.K. (2004): "Early language acquisition: cracking the speech code". *Nature Reviews Neuroscience*, 5, pp. 831-843.
- KUHL, P.K.; STEVENS, E.; HAYASHI, A.; DEGUCHI, T.; KIRITANI, S., & IVERSON, P. (2006): "Infants show a facilitation effect for native language phonetic perception between 6 and 12 months". *Developmental Science*, 9, F13-F21.
- LEROY, F.; GLASEL, H.; DUBOIS, J.; HERTZ-PANNIER, L.; THIRION, B.; MANGIN, J.F., & DEHAENE-LAMBERTZ, G. (2011): "Early maturation of the linguistic dorsal pathway in human infants". *Journal of Neuroscience*, 31, pp. 1500-1506.
- NEVILLE, H.J.; BAVELIER, D.; CORINA, D.; RAUSCHECKER, J.; KARNI, A.; LALWANI, A.; BRAUN, A.; CLARK, V.; JEZZARD, P., & TURNER, R. (1998): "Cerebral organization for language in deaf and hearing subjects: biological constraints and effects of experience". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95, pp. 922-929.
- SEBASTIAN-GALLES, N. (2006): "Native-language sensitivities: evolution in the first year of life". *Trends in Cognitive Sciences*, 10, pp. 239-241.
- (2010): "Bilingual language acquisition: Where does the difference lie?". *Human Development*, 53, pp. 245-255.
- WEIKUM, W.M.; OBERLANDER, T.F.; HENSCH, T.K., & WERKER, J.F. (2012): "Prenatal exposure to antidepressants and depressed maternal mood alter trajectory of infant speech perception". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 17221-17227.
- WERKER, J.F.; BYERS-HEINLEIN, K., & FENNELL, C.T. (2009): "Bilingual beginnings to learning words". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 364, pp. 3649-3663.

La autora

Núria Sebastián Gallés

Es catedrática de Psicología en la Universitat Pompeu Fabra (Barcelona). Especialista en adquisición y procesamiento del lenguaje ha publicado numerosos trabajos en revistas internacionales, como *Science*, *PNAS*, etc. Entre 2002 y 2006 fue miembro del grupo consultivo de la iniciativa "Cerebro y Aprendizaje" de la OCDE. Entre 2002 y 2008 presidió la comisión de Ciencias de la Educación en la ANEP. En la actualidad es miembro del "Scientific Council del European Research Council" (ERC).