

Plurilingüismo, cerebro y didáctica

Si se quiere trascender el nivel de las meras especulaciones sobre el misterio del cerebro, lo primero que será necesario será entrar en él y conocer los procesos neurofisiológicos que tienen lugar en él. Y esto no solo para la medicina o la psicología, para conocer patías y deficiencias, sino también para los conocimientos, la memoria, las emociones, el aprendizaje o la lengua.

Para lograr el objetivo es necesario disponer de las técnicas adecuadas. Las que harán que esas pretensiones se conviertan en una realidad en el campo de las lenguas han llegado a la neurolingüística experimental en lo que va de siglo... y le han permitido descubrimientos sorprendentes.

Los contenidos del presente ensayo van a ser tratados desde la perspectiva del cerebro. Desde la perspectiva no solo de las estructuras y los procesos que están implicados en la adquisición y en la producción de la lengua, o las lenguas extranjeras, sino también desde el desarrollo mismo de estas estructuras en el estadio prenatal y en la fase neonatal del bebé.

Ante los hechos que ya se han descubierto es obligatorio preguntarse qué espera a los futuros profesores: qué formación, qué didácticas, qué metodologías. ¿Va a exigir la perspectiva intrínseca del cerebro nuevos paradigmas?

1. La perspectiva del cerebro

En el cerebro tiene lugar el aprendizaje, pero el cerebro es todavía un desconocido en cuanto a la totalidad de los procesos que en él ocurren: sean procesos generales, sean procesos particulares como el del aprendizaje mismo, sean los procesos que intervienen en la producción de la lengua.

Investigación neurológica de la lengua

En el proceso de la lengua, de la comunicación, intervienen distintos factores cerebrales: la interpretación de los estímulos y de las informaciones entrantes, la activación de las áreas de asociación y motoras, la elaboración de la respuesta o la memoria. Si la neurología ofrece bases e ins-

trumentos empíricos para desentrañar esos y otros factores, ya no bastan los conceptos abstractos o especulativos. Una vez que le ha sido posible, la neurolingüística experimental ha comenzado a moverse por caminos y sobre fundamentos tangibles, de cifras, de conocimientos empíricos y de hechos probados.

Es evidente que otras ramas de la ciencia han ido por delante de la investigación lingüística en la exploración de los fundamentos neurocerebrales que las afectaban. La medicina ante todo, sin olvidar la psicología. La medicina tiene que enfrentarse a las disfunciones y a las patías generales del cerebro. Cuando se ha encontrado con deficiencias en la producción o en la comprensión, también se ha ocupado de la lengua. Así le descubrió a la lingüística las áreas de Broca y de Wernicke y así le ha localizado tantos déficits: de la comprensión auditiva, de la visual o de la articulación, pérdida de la función gramatical y sintáctica (afasia de Broca), parafrasia, agrafia, alesia, etc.

El retraso en la investigación neurolingüística no ha sido debido al peso otorgado a otras necesidades, sino a tres circunstancias decisivas. La primera es única: solo los humanos poseen 'el habla'. La segunda es la complejidad de su cerebro: muy superior a la de cualquier animal, tanto si se trata de las áreas implicadas en la comunicación como si se trata de la corteza cerebral en general. La determinación de los procesos lingüísticos en toda su extensión, tercera razón, exige que la investigación cerebral se realice *in vivo*.

Por razones médicas, muchos lectores de este ensayo conocen una de las primeras de entre las técnicas modernas aplicadas a la investigación neurolingüística: la Tomografía por Resonancia Magnética (MRT / MRI / NMRI), o tomografía de imagen. Quien ha sufrido la experiencia sabe que los ruidos y la claustrofobia que producen estas máquinas sobre el paciente, o sobre el probando, no van a ser lo más adecuado para seguir y detectar todos los procesos lingüísticos. Las técnicas posteriores han ido ganando en efectividad y en resultados: Resonancia Magnética por Difusión (DMRI), Electrofisiología Intracraneal (ICE), Resonancia Magnética Nuclear funcional (fMRI), Tomografía por Emisión de Positrones (PET), Espectroscopía de Infrarrojo Cercano (NIRS).

Lo decisivo en la investigación lengua-cerebro será que los procesos tengan lugar sin interferencias: de ruido, de inmovilidad o de cualquier otra situación ajena al contexto natural de la comunicación. Los probandos han de estar libres de agentes que perjudiquen tanto su concentración interior como su interacción con el entorno. Los actos de lengua se realizan en función de la comunicación y en el contexto oral de la comunicación, junto a los diversos aspectos internos de la producción, intervienen

los niveles paralingüístico y extralingüístico externos, cuya aportación al contenido significativo del mensaje que se desea transmitir puede ser de capital importancia.

Las técnicas más modernas permiten ya la investigación *in vivo*: no son invasivas, no lesionan, no interfieren.

Neuronas y sinapsis

Es interés de los autores que el lector tenga ante sus ojos la imagen plástica y una mínima información factual sobre los elementos y las áreas cerebrales que, por un lado, influyen en el desarrollo de la lengua y que, por otro, soportan el hilo argumentativo del ensayo.

El primer elemento es la neurona: “La forma en que el cerebro siente, piensa, aprende y expresa las emociones depende del modo en que las neuronas se transmiten las señales” (Schoonover 2011: 5).

La neurona es la unidad de construcción del sistema nervioso. Sus partes son el soma, las dendritas y el axón. El impulso nervioso llega a la neurona a través de las dendritas y se transmite a otras neuronas por el axón y sus terminales. La sinapsis es la hendidura a través de la cual las neuronas se conectan unas con otras.

Dentro de la neurona el impulso es eléctrico. Si su potencial de acción es suficientemente fuerte, el impulso pasará a la siguiente neurona. De lo contrario se producirá una inhibición. El transporte de la información a través de la hendidura sináptica es químico: lo ejecuta un neurotransmisor. Un neurotransmisor como la dopamina, por ejemplo, mediatiza procesos como el del sueño, el de la cognición, el de la recompensa y la motivación o el de la atención y el aprendizaje.

Se estima que el cerebro humano posee unos cien mil millones (10^{11}) de neuronas. El número de sinapsis que establece una neurona con otra va desde unos cientos a más de 20.000. Se entiende que al quinto mes de embarazo está ya determinada la cantidad de neuronas del cerebro (cf. Alonso-Nanclares et al. 2008).

Desde ese momento el crecimiento del cerebro del nonato es el crecimiento del soma, del axón y del número de dendritas de las neuronas. Lo que define el crecimiento de las neuronas es la estimulación sensorial. Antes y después del nacimiento: tanto para el nonato como para el neonato. El número de sinapsis que establecen las neuronas entre sí está igualmente relacionado con la riqueza de impulsos sensoriales recibidos. Tras el nacimiento se pierde el 50 % de las uniones sinápticas no utilizadas cuando el bebé cumple los 12 meses (cf. Ostrosky 2012).

Formación de la audición en el cerebro del feto

El oído es el sentido con el mayor grado de desarrollo prenatal y la audición juega un papel determinante en la adquisición de la lengua. Las deficiencias auditivas pueden acarrear serias deficiencias lingüísticas.

El pabellón auditivo se forma a las doce semanas de existencia del feto. El órgano auditivo estará ya en disposición de oír los sonidos a las 16 semanas. Captar los sonidos, sin embargo, todavía no significa procesarlos. Esto sucede en el sexto mes: desde el momento en que se forman las áreas auditivas del cerebro. A partir de entonces el nonato dispone de las redes neuronales necesarias para procesar los impulsos auditivos y, con ello, para establecer relaciones asociativas. Si al nonato le son presentados impulsos auditivos controlados, su corazón acaba excitándose ante unos, aunque no ante otros. Se excitará, por ejemplo, ante la voz de la madre, pero no ante las voces de otras mujeres (cf. Nieto 2015).

Que a partir del sexto mes de embarazo estén formadas las redes neuronales de procesamiento, no solo significa que el cerebro del nonato dispone de la capacidad de identificar y de relacionar los sonidos afluentes, implica algo más: en correlación con la intensidad de la estimulación sensorial, ellos mismos estarán forzando un mayor o menor número de uniones entre neuronas, determinando la cantidad de dendritas y de sinapsis. Las uniones serán físicas, duraderas y, sobre todo, específicas.

Aquí ha comenzado la fonética y aquí ha comenzado la prosodia: la fonética y la prosodia de la lengua materna. Desde criterios cerebrales se puede y se debería mantener la terminología especificativa de ‘materna’: porque desde el principio es la lengua de la madre y ante todo la de la madre.

El oído está especializado en el reconocimiento de la voz y sus características individualizadoras. Sucede ya en el nonato, sigue en el neonato y por supuesto en el adulto. La voz identifica a la persona y, por su fonética y su prosodia, también identifica su procedencia.

Crecimiento del cerebro del neonato. Plasticidad

El mayor desarrollo posnatal del cerebro ocurre en los primeros meses de vida del neonato. Un indicio externo de la extraordinaria actividad por la que atraviesa el cerebro en esa fase de la vida lo ofrece el crecimiento de la cabeza. Por término medio, crece 2 cm por mes en los primeros tres meses de vida del bebé, 1 cm mensual hasta el sexto y 0,5 cm al mes entre los 6 y los 12 meses. La ralentización posterior determina que el 90% del tamaño tarde hasta los cinco años en llegar. El restante 10% hasta el 100% únicamente se completará hacia los 15 años (cf. OMS 2015). El

cerebro del recién nacido consume hasta el 65% de la energía utilizada por su cuerpo – el del adulto el 20% (cf. Kuzawa et al. 2014).

A partir de estos datos y de los expuestos en los dos apartados precedentes será fácil deducir cuándo se está ante la mayor plasticidad del cerebro. De todo ello se desprende la importancia de los estímulos, suficientemente frecuentes y suficientemente fuertes, no solo en el periodo posnatal y la infancia, sino ya durante el periodo prenatal: para las asociaciones emotivas, para los conocimientos en general... o para la lengua.

El desarrollo, la plasticidad y la influenciabilidad del cerebro en las primeras etapas de su formación se habrán de convertir en temas de máximo interés para la enseñanza de lenguas.

2. El cerebro que nos interesa: el cerebro de la lengua

Tras la mínima visión de los detalles presentados del cerebro, se puede proceder hacia las estructuras superiores de los lóbulos: el frontal, el parietal, el occipital y el temporal (véase figura 1).

De las dos áreas con más tradición en la producción de la lengua, la de Broca y la de Wernicke, la primera se localiza en la circunvolución inferior del lóbulo frontal. Se sitúa por delante del extremo inferior de la corteza motora. La segunda se localiza en el lóbulo temporal, en la parte posterior de la circunvolución superior. Se desea llamar la atención sobre el hecho de que este mismo espacio está igualmente ocupado por el área asociativa de la audición, que se extiende hasta abarcar unos dos tercios de la circunvolución. La corteza primaria de la audición también está localizada en esa misma circunvolución.

El giro angular es un área de asociación visual y es el área de la lectura. Está localizado en la circunvolución inferior del lóbulo parietal, curvado sobre el surco temporal superior y pegado a las circunvoluciones media y superior del lóbulo temporal. La visión primaria se localiza en el lóbulo occipital.

Las áreas de Wernicke y de Broca

El área de Broca es conocida como el área motora del lenguaje. El área de Wernicke es la responsable del procesamiento de los impulsos sensoriales entrantes, de los insumos, y de la cognición.

En el área de Wernicke tiene lugar el procesamiento de lo que se va a convertir en los contenidos de la comunicación. Incluye los impulsos auditivos y los visuales. Desde el punto de vista del comportamiento, el

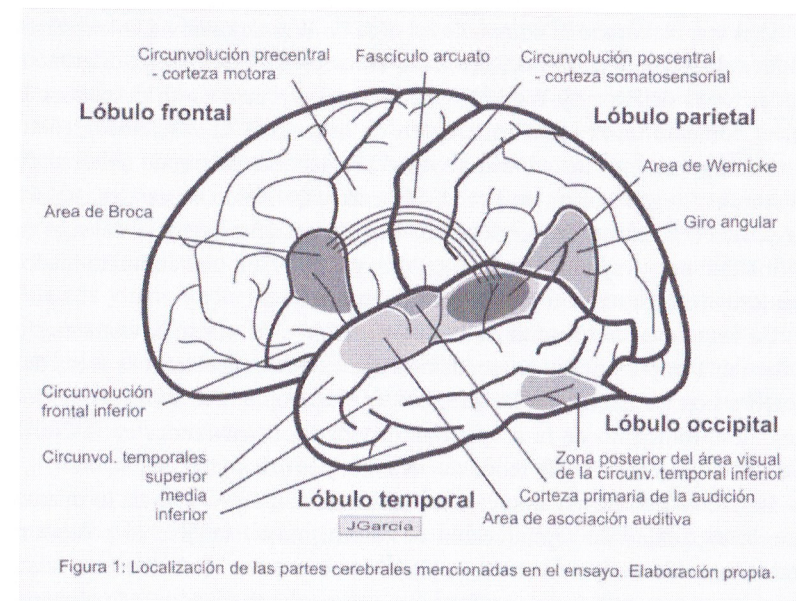


Figura 1: Localización de las partes cerebrales mencionadas en el ensayo. Elaboración propia.

impulso auditivo llegará impregnado de asociaciones emocionales; desde la perspectiva de la lengua llegará, esquemáticamente, como portador de un contenido significativo, con unas características fonéticas y con unas características prosódicas. El conjunto portará el valor comunicativo general o contextual incidente que a continuación va a ser interpretado cognitivamente.

Como ya se ha dicho, cercano al área de Wernicke está el giro angular. En esa área visual se procesan signos simples. Por lo mismo se convierte en el lugar de la lectura, ante todo para aquellas lenguas que utilizan grafemas simples. También hay lenguas cuya escritura está constituida por ideogramas. Los ideogramas son símbolos complejos. La percepción de objetos e imágenes complejas se localiza en las áreas de asociación visual de la circunvolución temporal inferior (véase figura 1).

Sea permitido un ejemplo para destacar el valor comparativo de estas áreas en el campo específico de las lenguas: el caso del japonés. El japonés dispone de un alfabeto silábico de signos simples y sin significación propia, los *kana* (activación giro angular), y de un sistema de ideogramas con significado propio, los *kanji* (activación área posterior de la circunvolución temporal inferior). Si a un hablante, o a un aprendiz de japonés, se le produjera un trastorno en una de estas dos áreas, todavía le quedaría la otra para permitirle leer en la otra escritura (cf. Vega & Soto 2000: 15).

Una vez elaborado el contenido, el área de Wernicke envía la respuesta al área de Broca a través del fascículo arcuato (o arqueado). A diferencia de las áreas de Broca y Wernicke, el fascículo arcuato es un desconocido en el contexto de la enseñanza diaria de la lengua. El fascículo arcuato está compuesto por los axones de las neuronas que, partiendo del área de Wernicke, llegan al área de Broca. Si ocurre una lesión en esta estructura se produce la afasia de conducción. Las consecuencias traen consigo la dificultad para repetir o encontrar las palabras en un contexto dado, trastornos en la escritura y en la lectura en voz alta.

En las nuevas tendencias de la investigación cerebral se ha comenzado a dar tanta importancia a las redes neuronales que conectan unas áreas del cerebro con otras como a las propias áreas: complejidad de las conexiones, desciframiento de la propia conectividad (cf. Anwender et al. 2007; MPI 2009), aplicación de modelos matemáticos (cf. Giedd 2015), etc.

La identificación y valoración de los sonidos entrantes no es lo mismo que la capacidad de reproducción de los mismos. Esa fase es posterior: todos los padres esperan ansiosos el momento en que los balbuceos de su bebé consigan reproducir sonidos más o menos verbalizados y finalmente uno al que se ha otorgado contenido comunicativo: “mama”.

Al área de Broca se la presenta como responsable de la producción mecánica del habla. De hecho asume más funciones que la mera elaboración de los sonidos y el envío de los resultados a las áreas motoras para que estas a su vez los envíen al sistema laringofaríngeo y a la boca para producir los sonidos del habla. En el área de Broca también podría haber actividades semánticas. Desde luego en ella se configuran el léxico y la gramática. Ciertamente interesante: a diferentes velocidades de procesamiento. Mientras que para el léxico el área de Broca necesita ~200 milisegundos, para producir la gramática, la estructura sintáctica, se necesitan ~320 milisegundos. En la elaboración fonético-fonológica se emplean unos 450 milisegundos (cf. Sahin et al. 2009).

Sin entrar en su exposición, sirva la mera alusión a los dos temas para resaltar todavía más la función y la importancia del área de Broca: en esta área se procesa tanto la lengua de señas como la música.

3. Lengua materna, bilingüismo, plurilingüismo

Lengua materna

... Y los recién nacidos lloran en el idioma materno. Son los resultados aportados por un estudio de Birgit Mampe y un equipo de la Universidad

de Würzburg (Mampe et al. 2009). La investigación se llevó a cabo con 30 recién nacidos franceses y otros 30 alemanes. En el lloro de los bebés descubrieron que se reflejaban las características de entonación del francés o del alemán. El lloro del bebé francés producía preferentemente una melodía de rasgos ascendentes; el bebé alemán de rasgos descendentes.

¿Es tan extraño? No según lo que ya se ha expuesto anteriormente. El bebé no nace con el cerebro en blanco. En el vientre materno ha estado ya oyendo, asimilando y asociando. Como se ha apuntado, los sonidos más directos y más frecuentes habrán sido los que provienen de la madre: del organismo o... del habla. A continuación seguirán los del ambiente familiar y los del habla familiar. El llanto es el vehículo de comunicación del bebé. No podrá verbalizar, pero podrá ‘modular’ los tonos de su llanto para tratar de comunicar sus necesidades.

Junto a la fonética, otro aspecto fundamental de la lengua es la gramática. Una de las investigaciones con bebés ha sido llevada a cabo en el Instituto Max Planck de Leipzig. Se realizó con bebés de cuatro meses nacidos en familias alemanas monolingües, con italiano como lengua meta y, como estímulo, frases de cuatro palabras con las estructuras *sta X-ando* o *può X-are* (*X* = verbo cambiante). El experimento consistía en cuatro fases de aprendizaje (64 frases y 3,3 minutos por fase), cada una seguida inmediatamente de otra de prueba (1,3 minutos). En la fase de prueba se mezclaban frases correctas con incorrectas (cf. Friederici et al. 2011). Los resultados “give a clear neurophysiological indication of discrimination between correct and incorrect grammatical sentences, and thereby provide evidence of learning of the non-adjacent dependency relation in a language unknown to the infants prior to the experiment” (ibid.: 3).

Junto a lo asombroso de una aparición tan temprana de la capacidad gramatical, del experimento se deriva la pregunta de cuántas lenguas extranjeras sería capaz de diferenciar un bebé. Y qué implicaciones positivas, o negativas, podría entrañar el hecho para la enseñanza.

Bilingüismo

¿Qué es bilingüismo? Hay diferentes criterios para definir el bilingüismo y diferentes acepciones. Dentro de la especialidad hay tendencias que utilizan terminologías o expresiones como bilingüismo secuencial o tardío, donde acaban fusionados los conceptos de bilingüismo y plurilingüismo. Fuera de la especialidad, por bilingüe se entiende generalmente a la persona que habla dos o más lenguas como propias. Quien ha aprendido una o más lenguas en entornos y por procedimientos escolares no es considerado bilingüe.

Aquí se va a definir el concepto de bilingüismo sobre el trasfondo desde el que se viene hablando hasta ahora: 1) desde la perspectiva del cerebro y la neurología; y 2) desde la perspectiva de la socialización primaria. Por tanto, se considerará bilingüe, no a quien cumple el requisito de dominar dos o más lenguas, sino, a) a quien las tiene desde su nacimiento o desde temprana edad; b) íntimamente ligadas al desarrollo cerebral y de la personalidad; c) íntimamente ligadas a la adquisición de los conocimientos y de las experiencias más tempranas; y, finalmente, d) adquiridas en el medio natural del hablante nativo.

La base argumentativa de los autores: dos procesos, sociales, cognitivos y neurológicos, con fundamentos subyacentes distintos y resultados igualmente distintos (como se expondrá a continuación) exigen dos denominaciones terminológicas diferenciadas y diferenciadoras.

Si ya desde ahora se afirma la relevancia del medio natural nativo como elemento diferenciador del bilingüismo, es porque las nuevas técnicas de investigación cerebral están poniendo al descubierto cuán decisivo es el aspecto social, el espacio donde el bebé crece, para la conformación de las emociones y de la personalidad, para la adquisición misma de la lengua y de los contenidos que ha de transmitir.

En el aprendizaje del bebé o el niño de corta edad los conceptos, los contenidos y las palabras van asociados experiencial, sociocultural y cognitivamente: el continente y el contenido se adquieren simultáneamente. Cuando llega el aprendizaje escolar de otra lengua, las ‘casillas’ del contenido están ya ocupadas. Cuanto más tarde más fuerza tiene este aserto.

En adelante los autores utilizarán el término bilingüismo para referirse al fenómeno de dominar dos (o más) lenguas en el sentido que acaban de exponer. En contraposición utilizarán el término plurilingüismo (aunque con cierto reparo, conscientes de la necesidad de una profundización terminológica). Le otorgarán el sentido de dominio de varios idiomas extranjeros adquiridos por procedimientos y métodos escolares.

Bilingüismo y plurilingüismo desde el cerebro

Los procesos cerebrales de adquisición de la lengua son diferentes para los idiomas maternos de un bilingüe y para los idiomas adquiridos fuera de las condiciones de bilingüidad. Siguen algunos aspectos ilustrativos.

Comenzando por el área de Wernicke, la zona activada en esta área resulta casi idéntica para los dos idiomas del bilingüe (cf. Martínez López 2009). La razón debería ser comprensible. Los procesos que tienen lugar en el área de Wernicke son los procesos de cognición. Se están transformando los impulsos entrantes (informativos, experienciales, emocionales)

en conceptos y abstracciones. El concepto será único, pues la persona no cambia. A continuación el bilingüe lo llevará asociado a dos palabras (que en ocasiones poseerán connotaciones culturales diferenciadas) para la formulación oral o escrita.

Otro aspecto diferenciador que afecta al área de Wernicke: los bilingües parecen emplear mayor espacio neuronal que los monolingües para el procesamiento de los idiomas. Mayor espacio neuronal implica más neuronas o más desarrollo de neuronas y de uniones neuronales. Frente al monolingüe se ha observado que los bilingües poseen un léxico más reducido para cada lengua aislada, pero más amplio al considerar el conjunto de sus lenguas (cf. Costa & Sebastián-Gallés 2014).

En lo que respecta al área de Broca, si un niño aprende dos idiomas simultáneamente las zonas neuronales activadas para la expresión están separadas. Aunque parece ser que tienen un único sistema. Es decir, un sistema con mayor riqueza fonético-fonológica. De cualquier forma, en el área de Broca la expresión del pensamiento para la una lengua está claramente separada de la expresión para la otra. Los idiomas están muy cercanos, pero los circuitos son independientes. Esto hace inútil la traducción de significados entre un idioma y el otro. El individuo bilingüe piensa y formula directamente en una u otra lengua (cf. Manzelli & Molla 1999).

Los estudios de estimulación cerebral en sujetos con conocimiento escolar de dos idiomas han puesto en evidencia otros mecanismos cerebrales de elaboración de la información. El aprendizaje de un idioma extranjero en edad escolar implica una mayor actividad del hemisferio derecho. Cuando se aprende una segunda lengua según los procedimientos escolares se comienza haciendo traducción – y cuanto más tarde se comienza, más. La traducción exige un proceso de análisis que desencadena la activación del área equivalente a la de Broca en el hemisferio derecho y los procesos cognitivos de ese mismo hemisferio, además de recurrir a la memoria de largo plazo. Desde el área de Wernicke volverá al área de Broca para la expresión externa (cf. *ibid.*).

Otro aspecto es el papel de la lectura. El bilingüe adquiere sus lenguas cuando todavía no sabe leer. Por el contrario, cuando se empieza con una nueva lengua a partir de la edad escolar, la lectura juega un papel importante. Sobre todo en las primeras fases y en el aprendizaje del léxico, la activación de las áreas visuales es mucho mayor (cf. Leonard et al. 2011).

Bilingüismo, plurilingüismo, socialización y cultura

En la enseñanza de una lengua extranjera la integración de la cultura del grupo que la habla es un aspecto fundamental. Sin embargo, la instrucción

cultural a partir de determinada edad (de la escolar, desde luego) pertenecerá a la socialización secundaria del individuo, pero no a su socialización primaria. Esta socialización se desarrolla en paralelo e íntimamente ligada a la lengua materna. El bilingüismo exige la socialización primaria; el plurilingüe adquiere conocimientos culturales generales para cada lengua que aprende, pero no socializaciones primarias adicionales.

La noción de aldea global es una idea omnipresente en el momento histórico actual: desde las comunicaciones, hasta la economía, la política o la ciencia. La globalización exige la comunicación y esta la lengua. En la globalización la lengua adquiere la función primordial de transmitir información.

En la aldea global, entre interlocutores que se sirven de otra lengua que la suya propia para la comunicación, ¿qué peso real tiene para ambos la cultura asociada a dicha lengua? Tenga el peso que tenga, hay razones que apoyan aprender la cultura de un país al mismo tiempo que su lengua. Primero, porque la cultura en sí misma pasa a formar parte de la personalidad; segundo, porque tras la elección de una lengua se esconde una motivación que, con frecuencia, será cultural; tercero, porque aprender los elementos culturales asociados a una lengua aporta una sensibilización que se aplicará en el aprendizaje de otras lenguas o a descubrir y/o respetar las idiosincrasias de cualquier grupo de hablantes – aunque se desconozca por completo su lengua.

La diplomacia, la economía o el turismo son tres campos de las actividades humanas que servirían para dar testimonio de los beneficios que puede aportar la sensibilización intercultural. En el contexto de la economía a nivel internacional es bien conocida la expresión “hablar la lengua del cliente”. Tanto en la economía como en la diplomacia, conocer la idiosincrasia cultural del interlocutor no dejará de ser una buena base para el éxito de las negociaciones. Al turista cosmopolita interesado, la sensibilización le ayudará a comprender mejor la historia y las peculiaridades de los lugares que visita.

Bilingüismo, plurilingüismo y espectro sonoro

Se puede mencionar todavía otro aspecto que diferencia el bilingüismo del plurilingüismo: el espectro sonoro de cada lengua.

Una experiencia que han tenido infinidad de hablantes al encontrarse fuera de su país: pueden establecer algún grado de comunicación verbalizada con los nativos del país extranjero sin conocer su lengua. Ejemplo típico es el que ocurre entre españoles e italianos. Hay igualmente otra experiencia que se repite entre enseñantes de lenguas extranjeras. Se ex-

presa con palabras como “los aprendientes eslavos son buenos para las lenguas”.

Es normal recurrir a la semántica para explicar el fenómeno. También a la fonética. Pero no es frecuente destacar el espectro sonoro dentro del que se producen las realizaciones acústicas/fonéticas. Cuando entre dos idiomas se produce compatibilidad entre esos niveles, también aparecen facilitaciones de plurilingüismo.

La fracción de frecuencias del espectro sonoro de una lengua puede favorecer o dificultar tanto la reproducción como la percepción de los sonidos del sistema fonético-fonológico de otra lengua. Aquí se enmarca el caso de facilitación español-italiano: tanto en el nivel semántico como en el del aspecto acústico ambas lenguas son muy similares. Su sonoridad oscila entre los 2.000 y los 4.000 Hz del espectro. A nivel de los contenidos y de la comprensión los hablantes de una y otra lengua pueden incluso prescindir de la traducción.

Eso no sucede en idiomas de tonalidad sonora diferente. El francés no es menos hija del latín que el italiano o el español. Su espectro sonoro, sin embargo, va de los 3.500 a los 6.000 Hz. El alemán ocupa el segmento entre los 3.000 y los 8.000 Hz y el inglés abarca desde los 4.000 a los 11.000 Hz – comienza allí donde acaban el español y el italiano.

Por su parte el rango de sonidos que puede producir un hablante de la familia eslava se va a localizar en un segmento del espectro que supera al de las otras cinco lenguas mencionadas tanto en las altas como en las bajas frecuencias: abarca desde los 200 hasta los 16.000 Hz (cf. Manzelli & Molla 1999).

También este fenómeno es diferenciador entre bilingüismo y plurilingüismo. En el bilingüe los sonidos de sus idiomas han comenzado incluso en su estadio de nonato y desde luego el aprendizaje para reproducirlos ha sido o bien simultáneo o bien cuando los sistemas estaban todavía inacabados. Un bilingüe español-alemán, por ejemplo, dominaría el rango de frecuencias comprendidas entre los 2.000 y los 8.000 Hz.

4. Y ahora, ¿qué? ¿Necesitamos un nuevo paradigma de didáctica para el futuro?

Si se tienen unas perspectivas distintas y se va a trabajar desde bases distintas, ¿podrán ser aplicados los mismos métodos? De cualquier modo, se impone considerar, ya hoy, la cuestión de cómo aprovechar *ex professo* para el aprendizaje de lenguas las fases de la mayor actividad, de la mayor plasticidad y del mayor desarrollo del cerebro.

Las perspectivas esenciales a tener en cuenta serán la del aprendiz, la del docente, la didáctica y la metodología y la organización del sistema educativo. Consideremos la del aprendiz desde la infancia y la del docente desde su formación.

Educación e infancia

La observación y la experiencia de generaciones afirman que “Lo que pronto se aprende, tarde se olvida” o, el equivalente en alemán, „Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans nimmermehr“. Los nuevos descubrimientos vienen a iluminar empíricamente el contenido de esos dichos.

Aplicados a la enseñanza/aprendizaje de lenguas se les puede otorgar validez en dos de sus aspectos fundamentales: a) en la fonética y en la prosodia; b) en los aspectos más profundos y subliminales de la cultura, la socialización primaria.

Aprovechar la capacidad de asimilación en los momentos del máximo crecimiento cuantitativo y estructural del cerebro es un planteamiento en sí positivo: el bebé ve la luz del mundo disponiendo ya de una serie de conocimientos que va a necesitar y, en la primera fase de su vida, va a promover unas capacidades que, si no se explotan en esos momentos, de todas formas desaparecerán al cumplir los doce meses.

Sin embargo, el arma puede tener doble filo: el peligro de exigir del nuevo individuo rendimientos que sobrepasen los límites de sus capacidades reales. Si se considera desde el campo de las lenguas, ¿se debe intentar hacer del niño, comenzando ya en el seno materno, un genio políglota en la aldea global? ¿Dónde está el reverso de la moneda?

No será fácil determinar ese punto de exigencias cuya transgresión implique daños para el individuo. El desastre puede surgir en primer lugar del seno de la familia. Los padres podrían adelantar la presión para el éxito de sus hijos de la escuela a la cuna. Por su parte también será decisiva la influencia del sistema educativo: ¿cómo se va a servir una enseñanza tan temprana al cerebro inmaduro del infante/niño de corta edad? ¿Basada en meras repeticiones mecánicas?

La sabiduría tradicional también afirma que hay que dejar que el niño sea niño y que al bebé hay que dejarle dormir. ¿Tiene sentido negar la realidad de los nuevos conocimientos en función de experiencias intuitivas o por miedo a los peligros y a las intervenciones desproporcionadas? Seguramente lo que el futuro exige es elegir cuidadosamente los estímulos utilitaristas que se le den al infante y, efectivamente, dejarle dormir. Donde dejarle dormir ya no es una concesión a la sabiduría popular, sino a la nueva: el dormir afecta a la memoria.

Es ya más que una hipótesis. Aunque se desconoce cómo funciona la memoria en su totalidad, la investigación está sacando a la luz aspectos puntuales de su funcionamiento. Los resultados de dos estudios recientes han llegado a las mismas conclusiones: durante el sueño no solo se refuerzan las uniones neurosinápticas para la memoria de largo plazo, sino que incluso hay conexiones que se reorganizan dando lugar a nuevas memorias (cf. Yang et al. 2014; Blanco et al. 2015).

El profesorado de lenguas y el futuro

De partida el aspecto de los futuros enseñantes tiene dos referentes: su formación y la premisa de la base cerebral.

En lo que se refiere al segundo aspecto, los próximos diez años se van a convertir en la década del cerebro. Le toca el turno: han comenzado su trabajo los macro proyectos “The Brain Activity Map (BAM)”, estadounidense, y “Human Brain Project (HBP)”, europeo. A principios de 2013 recibieron la financiación respectiva del Gobierno de los EE.UU. y de la Unión Europea. En conjunto más de 3.000 millones de euros a disposición de la neurociencia para los próximos diez años con el objetivo de cartografiar y entender el cerebro, descubrir nuevas metodologías, hallar nuevas técnicas y nuevas máquinas para su investigación. Son proyectos multidisciplinares en los que la lengua, la neurolingüística, no va a quedar al margen.

El currículo profesional de quienes inician unos estudios en el semestre de invierno 2015-2016 con la meta de dedicarse a la enseñanza de lenguas puede pronosticarse aproximadamente así:

1) En cinco o seis años la mayor parte de los miembros de la promoción tiene una plaza en la docencia. Los primeros frutos de los proyectos BAM y HBP se han reflejado ya en la investigación neurolingüística.

2) En diez a doce años un grupo de entre ellos ha asumido las primeras responsabilidades ligadas a las lenguas. Si BAM y HBP han alcanzado los objetivos, en la neurolingüística se habrá producido un vuelco ingente.

3) En quince años algunos han publicado y/o desempeñan funciones de responsabilidad de carácter diverso: de un tipo u otro de dirección, de presidencia de una u otra organización, etc. Sus actividades les pueden convertir en interlocutores ocasionales de la administración educacional. A la llegada de este momento de su vida profesional, la planificación inicial de BAM y HBP bien se ha prorrogado, bien ha dado lugar a nuevos proyectos de profundización.

4) 2035: entrados en los cuarenta de edad, algunos miembros de la promoción habrán pasado a ocupar puestos en la organización administra-

tiva de la educación. Intervendrán en la toma de decisiones para el desarrollo, los objetivos, los contenidos y las estructuras del sistema educativo.

Independientemente de los currículos individuales, la promoción en sí solo estará llegando al ecuador de su vida profesional: todavía les queda la otra mitad por delante.

La cuestión por tanto es cómo integrar los descubrimientos de la neurología, de la neurolingüística, en la formación inicial y en la formación continua del profesorado para que se puedan aplicar en el aula las consecuencias didácticas de los sucesivos descubrimientos.

Conclusión

Se puede pronosticar que en los próximos diez a quince años los conocimientos sobre los procesos cerebrales habrán dado un vuelco inimaginable. En el momento actual, sin embargo, todavía no es posible presentar el enfoque de una didáctica del aprendizaje de lenguas extranjeras sobre la base de los conocimientos neurofisiológicos: se sigue desconociendo en todos sus detalles cómo se desarrollan tanto los procesos generales del aprendizaje como los más concretos del aprendizaje de la lengua o las lenguas extranjeras.

Sin embargo, a partir de los hallazgos conseguidos, se puede deducir que ya se dispone de algunas piedras angulares para: 1) la adquisición de la lengua materna y de la lengua extranjera; 2) el marco organizativo de la adquisición escolar de la lengua; 3) los contenidos y métodos.

Ad 1) Adquisición de la lengua materna y de la lengua extranjera. Se ha expuesto cuán estrechamente unidos van los desarrollos del cerebro, de la lengua y de la personalidad. Incluyen igualmente la interconexión con la adquisición del saber general durante el crecimiento natural de un individuo bilingüe. Se ha mostrado por otro lado que los conocimientos de lenguas adquiridas de otra forma que la materna pasan por procesos cerebrales distintos e incluso se almacenan en otras zonas que las de la lengua materna. En este sentido es evidente que el aprendizaje de una lengua extranjera deberá seguir criterios diferentes.

La diferencia decisiva entre el desarrollo de la lengua materna y la adquisición de la extranjera reside en que a la hora de aprender la segunda ya preexisten un equipamiento lingüístico y un andamiaje estructural de contenidos sobre los que se va a acoplar dicha adquisición. Esa es la razón por la cual la adquisición de la lengua extranjera conlleva, de forma más o menos consciente, la traducción que enlaza la nueva estructura que

se está adquiriendo con los modelos y estructuras ya existentes: la lengua materna es la referencia y a la vez un instrumento para todo lo que se aprende después.

Ad 2) Marco organizativo de la adquisición escolar de la lengua. Para desarrollar la competencia mejor y más productiva posible en una lengua extranjera, o en varias, el comienzo de adquisición de dicha lengua debería tener lugar en la edad más temprana posible del aprendiz, aquella en la que las áreas cerebrales todavía sean flexibles y moldeables. El hecho de que en la enseñanza reglada oficial el inicio del aprendizaje de la primera lengua extranjera escolar tenga lugar en la edad y fase de la enseñanza primaria va en esa dirección. Pero quizá no es suficiente: ¿dónde quedan las segundas lenguas, por ejemplo? En la enseñanza no reglada el inicio va ya en ocasiones más allá al adelantar el comienzo de la enseñanza de la lengua extranjera a la edad preescolar.

Lo que por otra parte confirmarían los procesos cerebrales conocidos sería el papel de la intensidad. De ser así, esta debería reflejarse tanto en la continuidad curricular como en la duración como en las oportunidades de utilización de la lengua en su medio natural.

Ad 3) Contenidos y métodos. La exposición referente al desarrollo de la lengua materna ha destacado la significación de la fonética. Esto es igualmente aplicable a la adquisición escolar de la lengua extranjera. Las realizaciones fonéticas ofrecidas por el profesor son la referencia para el aprendiz. Por lo mismo deberían acercarse lo más posible a la calidad de las del hablante nativo. Y ello desde el comienzo mismo del aprendizaje. En este contexto recuérdese que el hablante no nativo será reconocido en primer lugar por su fonética, y no tanto por un léxico reducido o por las deficiencias gramaticales.

En lo que atañe a la adquisición del léxico y de la gramática, se confirma que es positiva su integración en contextos temáticos que tengan relevancia para el aprendiz. En la misma relación también debería tener significación propia la integración de los aspectos culturales de la lengua meta: para despertar el interés del aprendiz, para aportar diversidad a los contenidos.

La diversificación temática, juntamente con la diversidad metódica, también servirá para llegar a los diferentes tipos de aprendiente. Tenemos la experiencia de que esto sucede y la neurología nos está descubriendo que es lo que favorece el cerebro. De cualquier modo, queda claro que lo que menos desea el cerebro es el aburrimiento.

La conclusión sigue siendo que la investigación cerebral no ha progresado tanto como para desarrollar ya hoy una didáctica de la lengua

extranjera basada en sus exigencias. Sin embargo, las pistas que ofrecen los conocimientos actuales indicarían que una serie de principios de la didáctica actual podrían seguir participando en la adquisición de una buena competencia en las lenguas extranjeras: comenzar lo más pronto posible, un modelo lingüístico lo más auténtico posible por parte del enseñante, alta intensidad, utilización de la lengua en situaciones lo más auténticas posibles y entornos que estimulen la motivación para el proceso de aprendizaje.

Bibliografía

- Alonso-Nanclares, Lidia / González-Soriano, Juncal / Rodríguez, José-Rodrigo & De Felipe, Javier (2008): Gender differences in human cortical synaptic density. En: *Proc Nat Acad Sci* 105 (38), 14615-14619 [http://www.pnas.org/content/105/38/14615].
- Anwander, Alfred / Tittgemeyer, Marc / Cramon, D. Yves von / Friederici, Angela D. & Knösche, Thomas R. (2007): Connectivity-Based Parcellation of Broca's Area. En: *Cerebral Cortex* 17 (4), 816-825 [http://ccor.oxfordjournals.org/content/17/4/816.full].
- Blanco, Wilfredo / Pereira, Catia M. / Cota, Vinicius R. / Souza, Annie C. / Rennó-Costa, César / Santos, Sharlene / Dias, Gabriela / Guerreiro, Ana M. G. / Tort, Adriano B. L. / Neto, Adrião D. & Ribeiro, Sidarta (2015): Synaptic Homeostasis and Restructuring across the Sleep-Wake Cycle. En: *PLoS Computational Biology* 11 (5) [http://journals.plos.org/ploscompbiol/article?id=10.1371/journal.pcbi.1004241].
- Costa, Albert & Sebastián-Gallés, Núria (2014): How does the bilingual experience sculpt the brain? En: *Nature Reviews Neuroscience* 15, 336-345 [http://www.nature.com/nrn/journal/v15/n5/full/nrn3709.html].
- Friederici, Angela D. / Mueller, Jutta L. & Oberecker, Regine (2011): Precursors to Natural Grammar Learning: Preliminary Evidence from 4-Month-Old Infants. En: *PLoS ONE* 6 (3) [http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0017920].
- Giedd, Jay N. (2015): La plasticidad del cerebro adolescente. En: *Investigación y Ciencia* 467, 15-19.
- Kuzawa, Christopher W. / Chugani, Harry T. / Grossman, Lawrence I. / Lipovich, Leonard / Muzik, Otto / Hof, Patrick R. / Wildman, Derek E. / Sherwood, Chet C. / Leonard, William R. & Lange, Nicholas (2014): Metabolic costs and evolutionary implications of human brain development. En: *Proc Nat Acad Sci* 111 (36), 13010-13015 [http://www.pnas.org/content/111/36/13010.full].
- Leonard, Matthew K. / Torres, Christina / Travis, Katherine E. / Brown, Timothy T. / Hagler Jr., Donald J. / Dale, Anders M. / Elman, Jeffrey L. & Halgren, Eric (2011): Language Proficiency Modulates the Recruitment of Non-Classical Language Areas in Bilinguals. En: *PLoS ONE* 6 (3) [journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0018240].
- Mampe, Birgit / Friederici, Angela D. / Christophe, Anne & Wermke, Kathleen (2009): Newborns' Cry Melody Is Shaped by Their Native Language. En: *Current Biology* 19 (23), 1994-1997.
- Martínez López, Miguel (2009): *Dos (o más) lenguas y un cerebro. Neurolingüística, el cerebro bilingüe y el español como recurso económico*. Presentación PPT en el I Encuentro Internacional de Administradores de Educación, 15-17 de diciembre 2009, Universitat de València [www.uv.es/corporate/eiae/descargas/lectureMML.pdf].
- Manzelli, Paolo & Molla, Miguel (1999): Cerebro y lenguaje. Información Sintética y Reflexión. En: *Educazione & Scuola* [www.edscuola.it/archivio/lre/cerebro.html].
- MPI = Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften (2009): *Das Hirn als Netzwerk, Forschungsbericht 2009* [www.mpg.de/336848/forschungsschwerpunkt1?c=166446].
- Nieto, Carla (2015): *El desarrollo de los sentidos del futuro bebé* [www.serpadres.es/embarazo/tu-bebe/articulo/sentidos-bebe-percibe-feto].
- OMS = Organización Mundial de la Salud (2015): *Patrones de crecimiento infantil. Perímetro cefálico para la edad* [http://www.who.int/childgrowth/standards/hc_para_edad/es/].
- Ostrosky, Feggy (2012): *Desarrollo del cerebro* [http://portal.oas.org/LinkClick.aspx?fileticket=QSVgfnifmNc%3D&tabid=1932].
- Sahin, Ned T. / Pinker, Steven / Cash, Sydney S. / Schomer, Donald & Halgren, Eric (2009): Sequential Processing of Lexical, Grammatical, and Phonological Information Within Broca's Area. En: *Science* 326 (5951), 445-449 [http://www.sciencemag.org/content/326/5951/445.full].
- Schoonover, Carl (2011): Señales en una tormenta. En: *Investigación y Ciencia* 417, 5.
- Vega, Rosario & Soto, Enrique (2000): Sustratos neuronales de la escritura kana y kanji. En: *Elementos: Ciencia y Cultura* 7 (037), 13-16 [www.redalyc.org/pdf/294/29403703.pdf].
- Yang, Guang / Wan Lai, Cora S. / Cichon, Joseph / Ma, Lei / Li, Wei & Gan, Wen-Biao (2014): Sleep promotes branch-specific formation of dendritic spines after learning. En: *Science* 344 (6188), 1173-1178 [https://www.sciencemag.org/content/344/6188/1173.full].