

Soporte neurológico del aprendizaje de las lenguas

(Neurological support in language learning)

Martín Garrido-Espiga, Begoña
Colegio Eskibel Ikastetxea
Apdo. 1015
20080 Donostia

Villamor Urquijo, José Luis
Colegio Erain Ikastetxea
Apdo. 100
20300 Irún

BIBLID [1137-4446 (2000), 11; 175-183]

Las nuevas técnicas de exploración científica del cerebro humano han abierto un campo de investigación gracias al cual se conoce que el lenguaje tiene su soporte fisiológico, desconocido muchas veces por los docentes. Estos descubrimientos suponen un afianzamiento de las tendencias pedagógicas que incluyen enseñanza y aprendizaje de varias lenguas desde los primeros años. Conocer el mecanismo cerebral del lenguaje aporta una ayuda valiosa en la didáctica de las lenguas y contribuye a buscar nuevos caminos para la enseñanza plurilingüe.

Palabras Clave: Lenguaje-soporte neurológico. Función de relación. Area de Broca. Aprendizaje lingüístico. Plurilingüismo.

Giza garunaren azterketa zientifikoan erabilitako teknika berriek beste ikerketa-alor bat zabaldu dute. Horri esker hizkuntzak euskarri fisiologikoa duelakoa jakin dugu, irakasleentzat gertakari hau ezezaguna delarik askotan. Aurkikunde horiek direla eta, lehen urteetatik hainbat hizkuntza irakastea eta ikastea bultzatzen duten joera pedagogikoak sendoturik geratu dira. Hizkuntzaren garun-mekanismoa ezagutzeak baliozko laguntza ekarri du hizkuntza didaktikaren alorrera eta irakaskuntza eleanitzarako bide berriak bilatzen laguntzen du.

Giltz-Hitzak: Hizkuntza-euskarri neurologikoa. Erlazio funtzioa. Brocaren area. Hizkuntz ikasketa. Eleaniztasuna.

Les nouvelles techniques d'exploration scientifique du cerveau ont ouvert un champ d'investigation grâce auquel nous savons que le langage repose sur un support physiologique, souvent inconnu des enseignants. Ces découvertes viennent soutenir les tendances pédagogiques qui incluent enseignement et apprentissage de plusieurs langues dès le plus jeune âge. Le fait de connaître le mécanisme cérébral du langage offre une aide précieuse à la didactique des langues et contribue à la recherche de nouvelles voies dans l'enseignement plurilingue.

Mots Clés: Langage-support neurologique. Fonction de relation. Aire de Broca. Apprentissage linguistique. Plurilinguisme.

Existe un viejo proverbio indio en el que se cuenta cómo unos ciegos al no haber visto nunca un elefante, palpándolo, discutían entre ellos:

"Parece una serpiente", decía el que palpaba la trompa; *"No, es un tronco"*, respondía el que tocaba su pata; *"¡Qué va!, es una cuerda"*, replicaba el más cercano al rabo; *"Parece una tortuga"*, sentenciaba quien se encaramaba en su dorso.

Para entender la fisiología del lenguaje y su importancia en el aprendizaje de las lenguas, es necesario tener una visión general del "elefante".

Esta visión consiste en:

- Comprender la función de relación en los seres vivos.
- Entender el mecanismo de "estímulo - respuesta" que esta función implica.
- Considerar el sistema nervioso como vehículo de comunicación entre el estímulo y la respuesta.
- Conocer la fisiología del lenguaje y utilizarla para una mejor aplicación de la didáctica de las lenguas.

Los seres vivos, microorganismos, plantas o animales, realizan para mantener su existencia las funciones vitales. Toda su actividad puede englobarse de forma más o menos directa en una de estas tres funciones:

Función de nutrición: cuya finalidad es aportar los nutrientes, materia y energía para realizar las otras funciones vitales.

Función de reproducción: tiene como finalidad crear individuos semejantes a sus progenitores, con el fin de mantener la especie. Se desarrolla en las distintas especies solo durante un período de su ciclo vital. Es necesaria a nivel de especie, no a nivel de individuo.

Función de relación: es aquella que pone en contacto al individuo con su entorno externo e interno, con el fin de recoger la máxima información y responder a ella de la forma más ventajosa para su supervivencia.

Introducir así este trabajo tiene como finalidad destacar que la función de relación en un ser vivo *es una de las tres funciones vitales, no una entre un número infinito de funciones*. Dentro de esta función de relación se encuentra el lenguaje

En todas las especies el mecanismo de esta función de relación es un mecanismo de estímulo - respuesta: el individuo recibe un estímulo y elabora la respuesta más adecuada.

Para estudiar este proceso, el paso previo es:

- Determinar en qué umbral de estímulo el individuo es capaz de responder
- Cual es el medio que la especie tiene para captar el estímulo
- Cómo es el proceso de elaboración de la respuesta
- Valorar si la respuesta es la más adecuada a la situación.

En la especie humana se mantiene el mecanismo de estímulo respuesta; la entrada de los estímulos es a través de los órganos de los sentidos: vista, gusto, oído, olfato y tacto. Desde el punto de vista educativo son de vital importancia la vista, el oído y el tacto. Pueden quedar en un segundo plano el olfato y el gusto.

Es necesario establecer una relación entre el estímulo y la respuesta. Debe ser todo uno, y es precisamente a través del sistema nervioso cómo el receptor del estímulo informa al cerebro quien elabora una respuesta y regula la ejecución de ésta. El sistema nervioso regula la actividad integradora interna y conecta las entradas sensoriales de los estímulos con las salidas motoras que en muchos casos son las que corresponden a la respuesta. Hay que tener en cuenta que la respuesta producida no siempre tiene por qué tener una respuesta motora detectable: en muchos casos el estímulo induce a la elaboración de un pensamiento, a un recuerdo, etc...

El lenguaje es la respuesta más completa que ha elaborado nunca una especie. Es la comunicación de un pensamiento.

Desde el punto de vista neurológico el lenguaje es la capacidad para emplear palabras o signos combinándolos para formar frases con el fin de que los sentimientos, pensamientos, conceptos de la mente humana puedan transmitirse a otras personas.

También debemos considerar que el fenómeno inverso, es decir, la captación de palabras dichas por otros y la conversión de las mismas en conceptos gracias a nuestra elaboración mental será uno de los estímulos más interesantes a estudiar en la especie humana.

El Sistema Nervioso Central, y en especial las funciones cerebrales, son la base de las características esenciales y diferenciadoras del ser humano. Desarrollarlas hasta su máxima expresión individual debe ser un objetivo fundamental de la educación. Para definir cómo hacerlo es necesario repasar algunas nociones fundamentales sobre el desarrollo y funcionamiento del cerebro.

El desarrollo orgánico de las estructuras que configuran el cerebro adulto comienza desde el momento de la concepción. Algunos aspectos de ese proceso embrionario y madurativo son la expresión directa de instrucciones contenidas en el código genético. Ese es el caso, por ejemplo, del número de neuronas –células del Sistema nervioso– o de la agrupación y ubicación definitiva de las asociaciones de ellas que constituyen los centros nerviosos.

Una característica esencial de las neuronas es la de emitir prolongaciones y establecer conexiones entre sí. Una misma célula puede recibir conexiones procedentes de cientos de otras. En el mismo momento en el que algunas de las prolongaciones pueden estar liberando sustancias "neurotransmisores" que tienden a activarla, otras pueden liberar compuestos que tienden a inhibirla. De la suma algebraica de esas influencias, depende su estado de activación o inhibición en un momento dado. Ese mecanismo permite que cada neurona module su umbral de excitación según la información que recibe de otras. La importancia fundamental de ese sistema radica en que permite una gran adaptabilidad de la respuesta a múltiples parámetros, algunos influenciados por el mundo interno y otros por el entorno.

Se estima que el cerebro humano contiene más de un billón de células; la persona adulta posee más de cien mil millones de neuronas en funcionamiento, conectadas de forma intrincada y específica para permitir la memoria, la visión, el aprendizaje, el pensamiento, la conciencia y demás facultades de la mente. Entre los rasgos más característicos del sistema nervioso adulto destaca la precisión de sus conexiones. Nada en esa compleja estructura parece haberse dejado al azar. Es durante el desarrollo fetal, cuando las neuronas deben generarse en número y localización adecuados. Los axones que se propagan desde ellas deben seguir el camino exacto hacia sus destinos y establecer finalmente la conexión correcta.

Hipótesis más antiguas señalaban que toda la estructura del cerebro estaba grabada en un programa básico biológico –probablemente en el ADN– y que éste no empezaba a funcionar hasta que se había terminado la red de circuitos. Las investigaciones realizadas en los diez últimos años revelan que la biología del desarrollo del cerebro se gobierna por principios muy distintos.

Aunque las personas nacen con casi todas las neuronas que van a poseer en la vida adulta, el peso del cerebro del recién nacido apenas es la cuarta parte del peso del adulto. El cerebro crece porque las neuronas aumentan de tamaño y se incrementa el número de axones y dendritas, así como la cuantía de conexiones que se establecen.

Los estudios del desarrollo del cerebro han observado que, para alcanzar la precisión de la configuración del adulto resulta imprescindible la función neural: hay que estimular el cerebro. Se ha comprobado que los bebés que, durante el primer año de vida, permanecían la mayor parte del tiempo en la cuna presentaban un desarrollo lentísimo. Algunos no empezaban a incorporarse hasta los 21 meses de edad y no llegaban al 15% los que andaban a los tres años. Para que los niños alcancen un desarrollo normal deben ser estimulados mediante el tacto, el habla y las imágenes. Partiendo de estas observaciones han surgido las nuevas teorías de crear alrededor de los niños ambientes muy ricos en estímulos.

La teoría que defiende que sea la actividad neuronal la responsable de completar el desarrollo del cerebro ofrece varias ventajas frente a las más antiguas teorías que defendían una maduración más determinada genéticamente. La primera consiste en que dentro de ciertos límites, la maduración del sistema nervioso puede modificarse y ajustarse con precisión a través de la experiencia, lo que proporciona cierto grado de adaptabilidad. En los vertebrados superiores, este proceso de ajuste puede representar un largo período. Se iniciaría en el útero materno y, se adentraría bastante en la etapa neonatal.

La actividad neural confiere otra importante ventaja en el desarrollo: resulta más económica desde el punto de vista genético. La vía alternativa, la determinación pormenorizada de cada conexión neuronal mediante marcadores moleculares, requeriría un número ingente de genes, a tenor de las miles de conexiones que deben formarse en el cerebro. Emplear las reglas descritas de la remodelación dependiente de la actividad resulta mucho más económico. El reto para el futuro será dilucidar las bases celulares y moleculares de dichas reglas.

Por lo tanto, casi más importante que el número total de neuronas que existe en el cerebro, es el número de conexiones que las interrelacionan; cuanto mayor sea su número, mayor complejidad, capacidad y número de posibilidades permitirán los circuitos que configuren, es decir, a mayor número de aptitudes y habilidades darán soporte.

Existe evidencia científica para afirmar que los estímulos del medio, es decir, la educación influye en el desarrollo de las prolongaciones de las neuronas y en el establecimiento de las conexiones entre ellas. Está demostrado, por ejemplo, que el número de estas conexiones en un área cerebral depende de la estimulación que el medio aporte a esa zona.

El código genético condiciona, entre otros factores, el número de neuronas y sin neuronas no podrían existir circuitos. Pero eso no es suficiente. En general son esenciales los estímulos del medio para que crezcan prolongaciones de las neuronas y se establezcan conexiones, formando circuitos. El código genético aporta la posibilidad de que exista desarrollo. Los estímulos del medio condicionan que esa posibilidad fructifique o no. *El código genético aporta posibilidades y la estimulación, realidades.*

Pero la capacidad de las neuronas para emitir prolongaciones y formar circuitos no es constante a lo largo de la vida. La facilidad para construir estos circuitos es máxima en la

vida intrauterina y al nacer, y decrece constantemente a partir de entonces, con un espectacular punto de inflexión hacia los siete años. Es esta la época adecuada para asegurar que el entorno sea rico en estímulos.

La imaginaria cerebral funcional ha permitido establecer un vínculo entre estructura y función en el cerebro humano; en pacientes normales las regiones de la corteza cerebral que se ponen en actividad por una determinada tarea se manifiestan por un aumento de flujo sanguíneo en esas zonas cerebrales. Permite llegar a detectar ínfimas variaciones de actividad cerebral.

ENFOQUE BIOLÓGICO DEL LENGUAJE

Ya hemos visto que el lenguaje es una propiedad biológica de los seres vivos y por tanto al estudiarlo surgen preguntas de distinta naturaleza como por ejemplo:

- ¿Dónde se localiza el lenguaje?
- ¿Qué estructuras anatómicas constituyen su soporte?
- ¿Cuál fue su génesis en la especie humana?
- ¿Qué influencia genética existe en el lenguaje?
- ¿Cómo evoluciona el lenguaje?
- Etc.

Dar respuesta a todas estas preguntas no es el objeto del presente trabajo, sino que nos centraremos en las dos primeras.

Ya en el siglo pasado Wilhem von Humboldt mantenía que el lenguaje era un atributo de la *naturaleza física* de las personas y August Schleicher apuntaba que el lenguaje es la manifestación perceptible al oído de un conjunto de condiciones que se encuentran realizadas en la conformación del cerebro y de los órganos del habla. Darwin afirmaba que el lenguaje no es un instinto sino una capacidad natural del género humano (de su obra “The Descent of Man”).

Estos tres autores coinciden en que el lenguaje es una propiedad biológica, y por tanto, como tal, ha de tener su soporte biológico (anatómico).

Fue también en el siglo XIX cuando otro científico, Paul Broca, descubrió que algunas lesiones cerebrales localizadas en el hemisferio izquierdo producían trastornos del habla. Estudios cercanos en el tiempo determinaron que en el cortex del cerebro existen al menos dos regiones definidas esenciales para la aptitud lingüística, especialmente organizadas para poder procesar la información verbal.

En el primer cuarto del siglo XX se sometió a estudio a diversos pacientes que habían sobrevivido a trombosis cerebrales (“ataque de apoplejía”) y se identificaron varias regiones funcionales del cerebro entre las que se encontraban las áreas del lenguaje. Evidentemente, en aquella época los estudios se podían realizar solo en pacientes que habían tenido esas alteraciones y hasta posteriores análisis post mortem no se podía acceder a la masa cerebral. Actualmente disponemos de otras técnicas que permiten el análisis del cerebro “in vivo” (estimulaciones eléctricas durante intervenciones quirúrgicas, resonancia magnética (RM), tomografía por emisión de positrones (TEP), etc.).

Las regiones cerebrales relacionadas con las funciones del lenguaje se han estudiado en profundidad y por ello, en nuestros días hemos llegado a un conocimiento que sin duda nos ayuda tanto a médicos como a educadores.

Ya se ha mencionado a Paul Broca, investigador francés que recién pasada la primera mitad del siglo XIX asoció la lesión de una región determinada del cerebro, situada en la zona lateral del lóbulo frontal izquierdo, con un trastorno del habla (afasia = pérdida total o parcial del habla). A esa zona se le denomina *área de Broca*, o *área anterior del lenguaje*. En estudios casi paralelos llegó a determinar que si esa misma lesión en vez de encontrarse en la zona izquierda se encontraba en la zona derecha del cerebro, la facultad del habla no se veía afectada (esto se confirma en un 95 % de los estudios clínicos).

Este área de Broca se sitúa en el cerebro muy próxima al área frontal del córtex motor, zona encargada de controlar los músculos de la cara, garganta, lengua y mandíbula inferior. Cuando se produce una lesión en esta zona del hemisferio izquierdo, suelen quedar afectadas por tanto todas las partes relacionadas con el habla, pero curiosamente se comprueba que si la lesión se da en la misma zona del hemisferio derecho, no se produce afasia aunque sí alteración del componente muscular facial. De todos modos la disfunción causada no se debe tanto a un problema motor (debido a la mala función de los músculos) sino a un problema neurológico (un paciente con lesión en el área de Broca tiene los músculos faciales con disfunción pero si bien no puede hablar correctamente, sí puede cantar).

Existe, muy próxima al área de Broca, otra zona cerebral muy relacionada con el lenguaje; es el área de Wernicke y se localiza también en la corteza cerebral del hemisferio izquierdo junto al lóbulo temporal entre los centros visual y auditivo. Ambas áreas (de Broca y de Wernicke) están conectadas por fibras nerviosas y una alteración en cualquiera de las mismas se traduce en una disfunción en el habla, aunque de naturaleza distinta. En medio de ellas se encuentra la cisura de Silvio, de gran importancia en los procesos del lenguaje

Las recientes técnicas de imaginería cerebral anteriormente descritas demuestran que:

1. En respuesta a la audición y repetición de palabras se dan activaciones bilaterales alrededor de las dos cisuras de Silvio.
2. Ejercicios de mayor complejidad, como la comprensión de las palabras, la restitución de nombres a partir de representaciones visuales de objetos inanimados, como exigen un tratamiento más profundo de las palabras, desencadenan activaciones muy lateralizadas a la izquierda y distribuidas a una cierta distancia de la cisura de Silvio izquierda.
3. El tratamiento acústico y fónico de las palabras, así como los símbolos del lenguaje hablado, son funciones perisilvicas.
4. Las regiones en las que tiene lugar el tratamiento semántico y la denominación de los objetos se localizan en el corte extrasilvico de todo el hemisferio izquierdo.

Como vemos, nos referimos de forma continua a la zona izquierda del cerebro, si bien la mitad derecha también tiene capacidad lingüística aunque rudimentaria y es que los dos hemisferios son asimétricos. A esto debemos unir los conceptos introducidos al comienzo de este trabajo que explican la relación de todos los estímulos del medio con la respuesta del individuo.

Por tanto, el cerebro, órgano encargado de procesar el lenguaje, consigue realizar esta función gracias a tres tipos de estructuras que actúan de forma coordinada :

1. Un primer conjunto de sistemas neuronales situados en los dos hemisferios gracias a los cuales la persona interacciona con el medio en el que se encuentra (es decir, el cerebro procesa todo lo que la persona piensa, hace o percibe del entorno).
2. Un segundo grupo menor de sistemas neuronales, principalmente situados en el hemisferio izquierdo, relacionado con los fonemas, su ordenación y sintaxis, gracias a los

cuales se forman las frases que se han de pronunciar o escribir como respuesta a la estimulación interior del cerebro (información recibida del cerebro), o generan las señales del lenguaje auditivo o visual si el estímulo es externo (el habla de otra persona, la lectura en voz alta de un texto, etc.).

3. Un tercer grupo de estructuras cerebrales que sirven de intermediarios entre los dos anteriores tanto en sentido interno como en sentido externo: una persona expresa lo que piensa, es decir, elabora un concepto y lo explica, o bien esa misma persona, al oír una palabra se le evoca un concepto en el cerebro y piensa sobre él pudiendo elaborar a su vez una comunicación con quien le rodea.

Todas estas estructuras cerebrales se van formando desde el comienzo del desarrollo humano, es decir, desde el período embrionario y anatómicamente se desarrollan hasta los seis años si bien posteriormente aumenten su tamaño; dado que a estas edades el niño está altamente receptivo a todos los estímulos, en la medida que se los demos y permitamos experimentar, favoreceremos el desarrollo cerebral al estar utilizándose las estructuras soporte.

Por tanto, si queremos favorecer el desarrollo neurológico de nuestros hijos / alumnos conviene que nos *propongamos no perder esta época* especialmente apta para su desarrollo. Además, en la medida en la que se desarrolla una función cerebral, al estar todas las funciones muy relacionadas, también se desarrollarán las demás funciones. Un aporte de estímulos en la cantidad, frecuencia y orden adecuados favorecerán sensiblemente el desarrollo cerebral y harán posibles mejores competencias de respuesta en el adulto. El lenguaje, como función biológica que es, se ve sometido a estos parámetros de funcionamiento biológico que desde el ámbito educativo pueden y deben ser tenidos en cuenta para un óptimo rendimiento.

EL CEREBRO DEL BILINGÜE

Una duda que frecuentemente suele consultarse es si el cerebro de las personas bilingües presenta diferencias funcionales respecto al cerebro de las personas monolingües.

Desde los años veinte hasta la década de los sesenta existía la creencia de que los bilingües podían estar en desventaja comparados con los monolingües, pero investigaciones recientes consideran errónea esta hipótesis. Las pruebas mas actuales apuntan a que los bilingües tienen ventajas cognitivas sobre los monolingües.

En 1991 Vaid y Hall presentaron un trabajo sobre la estructuración de las lenguas en las personas bilingües; formularon las siguientes proposiciones:

1. Los bilingües equilibrados (personas que tienen igual fluidez en las dos lenguas) usan el hemisferio derecho más que los monolingües para el procesamiento de ambas lenguas.
2. La adquisición de la segunda lengua implica al hemisferio derecho en el procesamiento del lenguaje más que la adquisición de la primera lengua.
3. A medida que aumenta la competencia en la segunda lengua decrece la intervención del hemisferio derecho y aumenta la del izquierdo.
4. Las personas que adquieren la segunda lengua de forma natural (en la calle) usan el hemisferio derecho para el procesamiento del lenguaje más que los que la aprenden formalmente (aprendizaje académico).

5. Los bilingües tardíos usan probablemente más el hemisferio derecho que los bilingües tempranos.

Como consecuencia de estos puntos se observa la importancia de los procesos no lingüísticos (metodología de inmersión lingüística) en la adquisición de las segundas lenguas.

APLICACIONES PEDAGÓGICAS

Como conclusión del presente trabajo, vamos a aportar algunas conclusiones de las múltiples que se pueden obtener:

1. El lenguaje tiene una localización física en el cerebro humano, por tanto, en un Centro educativo, paralelo al programa de aprendizaje de lenguas debería ir asociado un programa de desarrollo físico que asegure una óptima maduración de la parte anatómica del lenguaje (cerebral, visual, auditiva, fonética y gestual): movimiento, ejercicios de pronunciación, discriminación auditiva, etc.

2. Cuantos más sentidos se involucren en el aprendizaje de un idioma más favoreceremos la competencia del individuo.

Conviene que las actividades combinen la vista, el oído y si es posible el tacto: modelar letras y palabras, trabajar con letras magnéticas, puzzles, leer, escribir y multimedia.

3. Cada persona tiene un cerebro diferente y una forma diferente de aprender que ha de respetarse: es más eficaz utilizar una metodología variada que intentar unificar el cerebro de los alumnos.

Un ejemplo práctico puede ser dividir el tiempo de la clase en tres períodos: uno sistemático (saludo, tiempo atmosférico, fecha, gramática y ejercicios), otro de desarrollo de la expresión oral y un tercero en el que se desarrolle la creatividad. Todos relacionados con el tema que se desarrolla en el aula.

4. Dado el aspecto de comprensión cognitiva del lenguaje, el dominio de las distintas lenguas se ve favorecido por la comparación del mismo concepto en cada uno de los idiomas estudiados.

Así por ejemplo, en aspectos culturales se pueden comparar situaciones propias de cada país: desayuno, breakfast .

5. Los ejercicios de rememoración libre en respuesta a una letra inicial así como la asimilación de nombres a partir de una categoría semántica o de relacionar verbos con sustantivos o comparación de palabras semejantes, son ejercicios que desencadenan actividades muy extensas en las superficies de la corteza cerebral donde se localiza el lenguaje (comprobado por la técnica de TEP).

Consideramos que son ejercicios especialmente adecuados cuando ya se tiene un dominio de la lengua.

6. La inmersión, tanto lingüística como cultural es uno de los factores que, al estimular más sentidos, favorece la comprensión del idioma, especialmente es eficaz para las personas intuitivas.

Lo demuestra el éxito del uso con fines didácticos de determinado tipo de películas actuales en versión original con subtítulos en la misma lengua.

7. Conseguir ilusionar a la familia con el aprendizaje de las lenguas: intentar ampliar el aprendizaje de las mismas al ámbito extraescolar. No nos referimos a un suplemento de clases particulares sino a la búsqueda de situaciones que sin aumentar su carga de trabajo desarrollen esos idiomas: "au pair" que realice juegos en inglés, vídeos o dibujos animados, programas de multimedia, etc.

8. El objetivo de un programa plurilingüe favorece, al desarrollar más la comunicación intercultural, la preparación de adultos mejor preparados física e intelectualmente, que esperamos sean más humanos, con mayor sentido del humor y socialmente mejor dotados.

9. El docente de las lenguas no ha de olvidar que educar es seducir con lo mejor de sí mismo por encantamiento y ejemplaridad, cautivar con argumentos positivos, entusiasmar con los valores.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO - CORTÉS, A. "El enfoque biológico del lenguaje" en "El lenguaje humano" Ed. Prensa Científica. Barcelona, 1996.
- ALONSO - CORTÉS, A. "Lingüística general" Ed. Cátedra. Madrid, 1994.
- ASENSIO, J.M. "Biología, Educación y Comportamiento" Ed. CEAC, Barcelona, 1989.
- BAKER, C. "Fundamentos de educación bilingüe y bilingüismo". Ed. Cátedra. Madrid, 1997.
- DAMASIO, A.R. "El Cerebro y el Lenguaje" en "El lenguaje humano", Ed. Prensa Científica. Barcelona. 1996.
- DOMAN, G. "Cómo enseñar a su bebé a ser físicamente excelente". Ed. Diana. Mexico, 1997.
- FREEMAN, W.F. "Fisiología de la percepción". Mente y Cerebro. Ed. Prensa Científica. Barcelona, 1996.
- GESCHWIND, N. "Especializaciones del cerebro humano", Ed. Prensa Científica . Barcelona, 1996.
- MEHLER, J. y DUPOUX, E. "Nacer sabiendo: Intruducción al desarrollo cognitivo del hombre". Alianza Ed. Madrid, 1993.
- RAMIREZ, J.F.J., "Cómo potenciar las capacidades de nuestro hijo recién nacido" Ed. CEPESA, Madrid, 1992.
- SHATZ, CARLA J. "Desarrollo cerebral" en "Mente y Cerebro" Ed. Prensa Científica, Barcelona, 1996.