

FACTORES NEUROBIOLÓGICOS QUE INCIDEN EN EL ENVEJECIMIENTO

Dr. Juan E. Azcoaga

Médico Neurólogo

Doctor en Ciencias Médicas

Introducción

Entiendo que un tema de estas dimensiones requiere un enfoque suficientemente amplio. Por lo tanto, abordaré primero la cuestión del aprendizaje, luego el modo en que opera el aprendizaje en el envejecimiento; algunos aspectos concernientes al envejecimiento del tejido nervioso y cómo afecta esto el modo de circulación de la información y finalmente, trataré de llegar a algunas conclusiones referidas a las premisas funcionales del rendimiento intelectual, a partir de una confrontación en lo que anticipo como "programas para hacer" y "programas para relacionar".

Posición neurobiológica del aprendizaje

El aprendizaje es una actividad ampliamente difundida entre los animales con la notoria condición de su paulatina y creciente complejidad ajustada a la evolución de los organismos. Es decir que las posibilidades de aprendizaje son mayores en los mamíferos con respecto a los demás vertebrados, de los simios con respecto a los mamíferos y del hombre con relación a los simios.

El resultado de un proceso de aprendizaje es una modalidad estable de comportamiento. Esto significa que una vez alcanzado el objetivo neurobiológico de un proceso de aprendizaje, se expresa en una forma del comportamiento, regular y aplicable a las mismas condiciones, cada vez que éstas se hacen presentes. Más simplemente: el resultado de un proceso de aprendizaje es la *automatización* de un aspecto del comportamiento. Tal cosa tiene un gran significado neurobiológico, pues supone un considerable ahorro de energía vital, aplicable a otras

Trabajo presentado en las Primeras Jornadas de Psiquiatría y Gerontopsiquiatría del Instituto de Servicios Sociales para Ferroviarios. 31 de octubre - 5 de noviembre de 1984

DOCENCIA E INVESTIGACIONES EN NEUROPSICOLOGÍA Y AFASIOLOGÍA
ROSARIO (SANTA FE) - ARGENTINA

www.adinarosario.com www.adinarosario.com.ar

situaciones nuevas. No es necesario reorganizar el comportamiento pues se cuenta con un repertorio estabilizado.

En los organismos superiores, la disponibilidad de modalidades de comportamiento resultantes de procesos de aprendizaje, representa la posibilidad de nuevos comportamientos inteligentes, con una acepción de "inteligencia" aplicable a una reorganización súbita del comportamiento ante una situación nueva. Esta acepción proviene de la obra de Piaget. Es una de las varias acepciones de "inteligencia" que pueden reconocerse en su obra y la hemos adoptado, prescindiendo de otras.

De este modo, la relación que hay entre aspectos "aprendidos" y aspectos "inteligentes", en el comportamiento es altamente dinámica y coordinada.

En principio, mayores adquisiciones por aprendizaje posibilitan un repertorio mayor de recursos para los comportamientos inteligentes y la flexibilidad y plasticidad que hace posibles comportamientos inteligentes, da lugar a más ricos y complejos procesos de aprendizaje. Un tercer componente del comportamiento, proveniente de los recursos innatos, gravita muy poco en el desempeño de un individuo adulto. Pero la totalidad de los recursos del comportamiento comprende, en definitiva, unos pocos componentes innatos (en general, reflejos, como los de defensa), una elevada proporción de componentes aprendidos y un cierto número de componentes inteligentes, que son contingentes, de acuerdo a la presión del medio.

Los procesos de aprendizaje se organizan a expensas de disponibilidades en la red nerviosa. Cabe distinguir así, modalidades de circulación de la información, como en su momento lo señaló Pavlov, de tipo fijo y regular, característicos de la organización neural de la especie, denominados por él, "actividad nerviosa inferior" y otras modalidades de circulación, organizadas en el curso de la vida individual, que él llamó "actividad nerviosa superior". La primera es posible porque hay una programación estricta para la circulación de la información en la red nerviosa. Numerosas experiencias neurobiológicas, incluyendo la de trasplantes de nervios, revelan que hay una muy precisa determinación en el modo de circulación de la información. Cualquier reflejo que se explora revela este hecho: basta identificar una anomalía de un reflejo para considerar que "algo" patológico se ha producido en ese sector.

Por el contrario, la "actividad nerviosa superior", se organiza a expensas de la disponibilidad de circuitos y trayectorias para la circulación de la información, que a lo largo de la vida individual van quedando, así organizadas de modo estable, en la condición de sustrato para procesos de aprendizaje. Es posible compartir los puntos de vista expuestos en su oportunidad por Hydén, en el sentido que la gradual "ocupación" de protoplasmas neuronales por reorganización de sus proteínas, en un proceso de aprendizaje que las involucra y que constituye la "memoria" de ese proceso de aprendizaje, es una función lineal pero inversa del desarrollo vital de un organismo animal. Esto es que la "facilidad" para el aprendizaje de los

animales jóvenes, responde a la disponibilidad de neuronas que pueden reorganizar sus proteínas protoplásmicas en un proceso de aprendizaje "grabando" en ellas, su programa de comportamiento, y a la inversa, la dificultad para el aprendizaje de los animales viejos correspondería a la escasísima disponibilidad de neuronas "vírgenes" para procesos de aprendizaje, pues la mayoría está ya incluida en circuitos organizados a lo largo de la vida.

Es, sin embargo, un hecho que este aspecto neurobiológico, no es totalmente aplicable al ser humano.

Distintos tipos de viejo

La experiencia cotidiana nos muestra que el envejecimiento normal afecta de modo diferente a los seres humanos: hay hermosas evidencias de envejecimiento intelectualmente rico y, desgraciadamente hay muchísimas evidencias de envejecimientos con notorias limitaciones intelectuales. Testimonios autobiográficos como "La vida vista a los 80 años" de Cajal y el reciente y bello testimonio de B.F. Skinner "Vejez y procesos mentales" (Ediciones C & C, Buenos Aires, 1984), pueden ser excelentes testimonios, entre tantos ya documentados, sobre el espectáculo, siempre asombroso, de una vejez productiva y rica, del mismo modo que lo es el de un niño, ávido de incorporar nociones. Esto supone, necesariamente y tal vez, forzando un tanto los términos, dos polaridades, dos extremos en la utilización neurobiológica del mismo capital orgánico. Este será el punto que más significación tenga en esta exposición y sobre el cual pretendo llamar la atención de ustedes. Habría así, una situación límite, en la que la misma disponibilidad biológica se preparó de tal manera que su productividad en cuanto a los recursos de adaptación cultural y social sigue manteniéndose en un nivel óptimo. Habría otra situación límite en la que la productividad sería nula y todas las modalidades de comportamiento estarían ajustadas a un repertorio escaso y adecuado sólo para la acomodación, para la adaptación pasiva, a un nicho social y cultural fijo e invariable. ¿Cuáles podrían ser las causas de tales dos alternativas? ¿Qué factores estarían en juego, a lo largo de la vida?

Uno de esos factores es fijo: se trata de un proceso biológico inexorable: el envejecimiento del tejido nervioso. Haré sólo algunas consideraciones breves puesto que otro tema está dedicado específicamente a este punto.

El envejecimiento del tejido nervioso

A lo largo de la vida individual, hay un conjunto de procesos parciales que hacen a un solo proceso global: el envejecimiento neuronal, el envejecimiento de los elementos gliales y el envejecimiento vascular. Todos ellos están en el marco de las leyes biológicas y así es cómo bosquejaré brevemente sus particularidades.

Las células nerviosas comienzan su proceso de envejecimiento, paradójicamente, desde el momento mismo del nacimiento. Ese proceso, si nos atenemos a una opinión volcada oportunamente por Cajal, se da en la presencia de la lipofuscina, en algunas neuronas desde el momento mismo del parto. Luego no hay sino una acumulación gradual. Del mismo modo, aspectos del envejecimiento neuronal, como la retracción del cuerpo, son característicos. Otro aspecto, es el envejecimiento *diferencial* de distintos tipos neuronales, cosa que fue especialmente señalada por O. Vogt. Esto significa que los sistemas dentro del sistema nervioso, tienen diferente cronología para el proceso de envejecimiento.

Otro aspecto interesante reside en el envejecimiento glial, sobre todo si se tiene en cuenta el peso específico que tienen las células de este tipo en el metabolismo neuronal. Los fenómenos celulares son similares a los de las neuronas, pero la esclerosis de los astrocitos puede crear condiciones desfavorables para la actividad neuronal, aunque este punto tal vez deba ser mejor comprendido si se recuerda que el espacio interneuronal, del mismo modo que el metabolismo quedan comprometidos en estos procesos.

Otro tanto sucede con los vasos: los capilares que proporcionan el lecho último del árbol vascular, sufren también esclerosis de sus paredes y pérdida de la permeabilidad. Las arteriolas, cuya dilatación y contracción aseguran el suministro de la cuota de oxígeno y glucosa a astrocitos y neuronas, pierden sus características contráctiles y sobreviene una esclerosis de sus paredes.

De este modo, los factores inherentes al envejecimiento del tejido nervioso son de rigurosa vigencia y, en la medida que consideramos a un proceso de envejecimiento, algo biológicamente normal surge de esto que las limitaciones funcionales del rendimiento del sistema nervioso deben ser un resultado necesario de estos cambios estructurales.

Sin embargo, los hechos mencionados anteriormente, acerca de distintos rendimientos intelectuales, nos ponen ante otra perspectiva. Será necesario abordarlas en la perspectiva de un sistema nervioso, continente de complejos circuitos de circulación de la información.

Modalidades de circulación de la información

Podemos considerar al cerebro, mediante una serie de analogías, -posibles, -con las modernas computadoras. Ello nos permitirá reflexionar sobre sus posibilidades y abordar la cuestión de las diferencias en el rendimiento cerebral en el envejecimiento.

En primer lugar, podemos decir que el número de células nerviosas en el cerebro humano puede ser estimado en 3.36×10^{10} , una cantidad que desarrollada se expresa así: 33.600.000.000, o sea 33 mil millones de neuronas (Bok, p. 411, nota al pie de página). Una computadora de tercera generación puede almacenar muchos millones o decenas de millones de

bits de información. Pero aún en esta escala, hay que señalar que cada neurona procesa muchos bits de información pues no puede considerársela un sistema oscilante, sino un sistema de sistemas oscilantes. Por consiguiente, la sola confrontación numérica muestra los abismos existentes en cuanto a las posibilidades humanas.

De este modo, en el sistema nervioso, la información proveniente de procesos de aprendizaje se organiza en circuitos estabilizados, seguramente de muchos miles de células nerviosas, en las cuales, la circulación sigue trayectorias específicas, que incluyen barreras sinápticas, "transductores" o "transcodificadores" de la información en cada cuerpo celular y muchos otros parámetros, entre los cuales pueden mencionarse los gradientes en la altura de los potenciales de acción, los intervalos entre potenciales, los ritmos regulares (periódicos) o irregulares (aperiódicos), las polaridades, las velocidades de circulación y probablemente unos cuantos más.

Todos estos elementos hacen un código específico de circulación de la información en el cerebro, de modo que a lo largo de la vida individual, se van estructurando "organizaciones espaciotemporales de poblaciones neuronales" (Bejtereva, 1980) que funcionan de un modo regular, sirviendo a procesos de aprendizaje de características más o menos complejas y que abarcan no sólo las funciones cerebrales superiores (praxias, gnosis y lenguaje), sino también un número imprecisable de otros procesos de aprendizaje de tipo más y más complejo. Entre ellos cabe mencionar sólo como ejemplos y sin pretender agotar la lista, todas las destrezas motoras, incluyendo la práctica de deportes, la de instrumentos musicales, la danza, la acrobacia; todas las capacidades de reconocimiento sensorio-perceptivo, olfativo, visual, visuoespacial, táctil, auditivo, auditivo musical, la somatognosia y todas las actividades relacionadas con el lenguaje, como la comprensión y la elocución de la lengua materna y el aprendizaje de nuevas lenguas y sobre todo formas lógico-matemáticas del pensamiento.

A estas actividades relacionadas con las funciones cerebrales superiores hay que agregar las correspondientes a nuevos códigos, como el matemático y el lectoescrito que se aprenden en la escuela, pero que llegan a formar como una "segunda naturaleza" del sujeto.

De este modo, a lo largo de la vida individual una cantidad imprecisable de formas organizadas del comportamiento es el resultado de la organización gradual de nuevos circuitos de circulación de formas específicas de información, codificadas en señales neurales, cuya retención depende de la acumulación en el protoplasma neuronal y cuya movilización resulta de los requerimientos circunstanciales.

Volviendo a la metáfora de la computadora, puede decirse que es posible organizar una extensa y complejísima biblioteca de programas, disponible a condición de contar con un programa selector central, capaz de operar oportunamente en tiempo y circunstancia con los que corresponden. Con la ventaja para el ser humano que todavía le competen las posibilidades de

comportamientos inteligentes, es decir, la posibilidad de elegir entre alternativas y....de equivocarse....

Programas "para hacer" y programas "para relacionar"

Sin embargo, muchos de esos programas tienen como resultado la concreción de un objetivo preciso. En los programas computacionales, un resultado puede ser la producción de una solución de un sistema de ecuaciones, o de una serie de funciones trigonométricas, o de un complejo problema estadístico.

Del mismo modo, un sujeto puede tener determinadas destrezas: la dactilografía, la soldadura autógena, la ejecución del piano, del arpa o del violín, la capacidad para identificar pinturas falsificadas. Tales condiciones, muy valorables por lo demás, son sin embargo, fenómenos que se expresan en última instancia en una estructura de comportamiento, del mismo modo que los programas de funciones fijas de la computadora dan lugar siempre a resultados esperados y previsibles.

Sin embargo, puede haber otra modalidad de programas, en los cuales, la capacidad reside en el hallazgo de relaciones nuevas entre los fenómenos, en los que la habilidad no está en llegar al objetivo, sino en la riqueza de caminos para abordar la búsqueda de ese objetivo. Si hiciéramos la comparación con una red, podría decirse que en este caso, las estructuras son los finos hilos que unen entre sí los nudos, mientras que éstos últimos pueden compararse con las "memorias" fijas y estables que hacen posibles los programas "para hacer". En el campo de la computación, sería el caso de los programas que permiten la modelización matemática y que en la simulación de modelos ponen a la vista, relaciones imposibles de percibir de modo directo.

La evidencia cotidiana nos dice que los rendimientos excepcionales del envejecimiento del sistema nervioso, lo son porque sus portadores, "aprendieron" a organizar circuitos aptos para la búsqueda de relaciones nuevas y para desarrollos y no se restringieron a procesos de aprendizaje para "hacer cosas".

Es evidente que esta última modalidad de aprendizaje está muy ligada a las más elevadas formas de pensamiento lógico-matemático (aunque su práctica no esté restringida a los matemáticos...).

Esto nos lleva a cuestionarnos las formas que tenemos de proporcionar enseñanza a los niños. Todo lo que hacemos con ellos, en nuestro carácter de miembros de la generación anterior, tiende a determinarlos como individuos, salvo en los casos excepcionales de los que son capaces de hallar su propio camino, a pesar de las pautas propuestas por "sus mayores".

En la escuela actual, tenemos excelentes manifestaciones de procesos de aprendizaje "para hacer" y procesos de aprendizaje "para relacionar". La memorización forzada de las tablas

de sumar y multiplicar y de versos (evidentemente no se trata de poesía...), representan los ejemplos máximos de una modalidad pedagógica, que vulnera la legitimidad de los procesos de aprendizaje en su objetivo neurobiológico y los distorsiona y dilapida.

Las propuestas de alternativas creadoras, en las que la imaginación y la fantasía del niño se lanzan a la búsqueda de relaciones y ángulos de visión nuevos, sea en la elaboración de poemas (aquí sí *es* poesía...), en la resolución de problemas lógicos y matemáticos (aquí sí sería un excelente ejemplo intentar la resolución de los teoremas euclidianos..., pero no de memoria...) es decir, todo lo que pone en juego un entrenamiento para la búsqueda de vínculos "invisibles" entre el mundo real o en las disciplinas deductivas, todo esto sería la habilitación de programas "para relacionar". Lo contrario, es precisamente, en el mejor de los casos, es decir, cuando se logra la retención de lo que así impone la escuela, la organización de programas "para hacer" que inmovilizan formas del comportamiento al tiempo que los correspondientes circuitos neuronales, anticipando una auténtica decadencia senil a temprana edad, por no fomentar las organizaciones espaciotemporales de poblaciones neuronales, útiles para los procesos activos y por crear el conformismo de que las organizaciones espaciotemporales de poblaciones neuronales habilitadas, son adecuadas, aunque sea sólo "para hacer".

Nos encontramos así con una conclusión que podría parecer paradójica, si no fuera que se ha repetido ya en tantos contextos diferentes: es decir, que la búsqueda de una higiene del envejecimiento está en la infancia. Así es cuando se trata de la salud física. Así es cuando se trata de los sentimientos. Así es también cuando se trata de las condiciones neurobiológicas del rendimiento intelectual en el envejecimiento.

Referencias bibliográficas

- Azcoaga J.E. y col. — *Las Funciones Cerebrales Superiores en el niño y en el adulto y sus alteraciones (Neuropsicología)*, Buenos Aires, Ed. Paidós, 1983.
- Azcoaga J.E. - *Neurolingüística y Fisiopatología (Afasiología)*, Buenos Aires, Ed. Ateneo, 1985.
- Azcoaga J.E. - *El lenguaje interno. Su fisiología y fisiopatología*, Buenos Aires, Eudeba, 1985.
- Azcoaga J.E. - Los procesos de transcodificación en Neuropsicología. Actas del 1er. Congreso Argentino de Comunicología, Buenos Aires, agosto de 1983.
- Azcoaga J.E. - Procesos neurofisiológicos que operan en la transcodificación verbo-gráfica. En: *La investigación de la lectoescritura en América Latina* (A. Ardila y F. Ostrosky Solís, eds.), México, 1985.
- Bejtereva, N.P. — *El cerebro humano sano y enfermo*, Buenos Aires, Ed. Paidós, 1985
- Bok, S.T. - *Histonomy of the cerebral cortex*, Ámsterdam, Elsevier, 1959.
- Papert, S. - *Desafío a la mente*, Buenos Aires, Eds. Galápago, 1981.

Trabajo presentado en las Primeras Jornadas de Psiquiatría y Gerontopsiquiatría del Instituto de Servicios Sociales para Ferroviarios. 31 de octubre - 5 de noviembre de 1984

DOCENCIA E INVESTIGACIONES EN NEUROPSICOLOGÍA Y AFASIOLOGÍA

ROSARIO (SANTA FE) - ARGENTINA

www.adinarosario.com www.adinarosario.com.ar