

## Genes, Ambiente y Cultura. ¿Por Qué la Pedagogía No Usa las Neurociencias?

**Dr. Miguel Ángel Álvarez** - *Profesor Titular de la Universidad Médica de la Habana - Investigador Titular del Instituto de Neurología – Profesor Titular del Instituto Superior de Diseño ISDi, Laboratorio de Ergonomía Cognitiva ISDi, La Habana, Cuba.*

[malv@infomed.sld.cu](mailto:malv@infomed.sld.cu)

Uno de las polémicas más estériles y difíciles de superar es la discusión sobre el papel relativo que ejercen la biología y la cultura en el desarrollo del niño en particular, y del ser humano en general. Es común que se asuma que ambas influencias aportan una cuota en el desarrollo como aspectos separados, y que los psicólogos defiendan el papel preponderante del ambiente en sentido amplio pensando que las influencias biológicas (genéticas, congénitas y adquiridas) son objeto de estudio de las ciencias biológicas y la medicina. Esta posición conciliadora es peligrosa porque, por un lado, mantiene al ambiente y a los genes en áreas separadas, lo que no se corresponde con la realidad, y por otro, tiende a mantener el trabajo de los psicólogos y neurocientíficos en cápsulas alejadas, no sólo desde el punto de vista de la metodología propia de cada disciplina, sino que, visto desde otra óptica, mantiene el dualismo cartesiano en pleno siglo XXI.

Las relaciones son biunívocas: los genes y el ambiente, del cual la cultura es una parte esencial en la especie humana, se influyen recíprocamente. En lo adelante, bajo el concepto de ambiente se incluirán todas las influencias externas al embrión, feto, niño o adolescente: las radiaciones, nutrición, sonidos, caricias, afecto, olores, aprendizaje y una lista infinita de influencias.

Los genes nunca influyen en la conducta de forma directa. Muchos psicólogos y científicos sociales rechazan a priori el análisis de las influencias genéticas en el comportamiento porque parten de concepciones científicamente erróneas o incompletas. El uso de incorrecto de la genética, de potencial peligrosidad desde el punto de vista ético, racial o sencillamente humano, explican estos prejuicios.

El impacto del darwinismo como una de las ideas más revolucionarias de la ciencia contemporánea sentó el caldo de cultivo para que un genio polifacético, como Francis Galton, publicara sus libros: *El genio hereditario*, de 1864 y *Familias notables*, de 1906, en la que sentaba el precedente de la eugenesia: el mejoramiento del humano mediante los mejores cruces genéticos.

En las primeras décadas del siglo XX, las políticas de inmigración a la pujante sociedad norteamericana estuvo regida por criterios de privilegiar grupos humanos de Europa central o del norte, en desventaja de los mediterráneos u orientales, de acuerdo a explícitas concepciones de inferioridad racial.

Muy pronto, la genética mal comprendida y distorsionada, unida a la estratificación de clases y los prejuicios raciales, se combinaron para diseñar políticas educacionales explícitamente clasistas, como la inglesa en la primera mitad del siglo XX basada en las ideas de Cyril Burt, o de, simplemente, crímenes en masa realizados por el nazismo (Watson, 2000).

En el otro extremo, el ambientalismo ingenuo, también en la primera mitad del siglo XX, consistió en el rechazo que se creó en la Unión Soviética a la genética por razones políticas e ideológicas y la acumulación del poder supuestamente científico en manos del oportunismo político de Lisenko (Vogel Motllsky 1979).

Estas posiciones extremas, estériles científicamente, han sido afortunadamente rebatidas por la ciencia contemporánea.

Existen cuatro maneras en las que se expresa la relación entre los genes y el ambiente (Scarr 1993, Plomin et. al. 2003):

Correlación pasiva genotipo-ambiente: Ocurre cuando los padres que están genéticamente ligados al niño proporcionan un ambiente de crianza al niño

Correlación evocativa genotipo-ambiente: La predisposición de un niño a ser sociable o retraído provoca estimulación social o no.

Correlaciones activas genotipo ambiente: los niños pueden buscar o construir ambientes estimulantes en función de sus intereses.

Otro enfoque es el de ambiente compartido o no compartido. Por ejemplo, dos hermanos no necesariamente tienen las mismas experiencias con sus compañeros de juego, aula o incluso con las formas de ser tratados por sus padres.

Estas cuatro variantes de correlación, como puede observarse, tienen como elemento primario la acción exclusivamente genética; sin embargo, existe la influencia epigenética. El enfoque epigenético ofrece una explicación más completa y satisfactoria de la interacción entre genes y ambiente; este enfoque enfatiza que el desarrollo es el resultado de una interacción bidimensional.

El gen, en vez de ser una fuente independiente de información, colabora con otras fuentes de información para especificar nuestras características. La colaboración opera a muchos niveles. La actividad de los genes (expresión) es afectada por el ambiente y la acción de otros genes.

Por lo tanto, cada gen, debido a que no codifica automáticamente una proteína, no actúa independientemente, sino que el ADN actúa con otras fuentes de información para especificar las características de cada persona. Así, la actividad de los genes, su expresión genética, es influenciada por el ambiente (influenciada por la interacción genes-ambiente; gen – gen). Por ejemplo, las hormonas que circulan en la sangre pueden activar o no los genes, pero, a su vez, la concentración de hormonas está influida por elementos tales como nutrición, stress, conducta, etc.

Los genes tienen dos funciones: la primera es servir de molde para su propia replicación, la replicación de cada gen. Esta es muy estable ya que permite conservar las especies y sólo puede ser alterada por las mutaciones, que son infrecuentes y a menudo azarosas. Esta función de molde trasciende las influencias individuales o sociales.

Probablemente esta sea la función más conocida popularmente e induce al error de pensar que cuando se habla de influencias genéticas se está

afirmando un determinismo rígido conceptualizado como un destino manifiesto con mimbres biológicos. Esta concepción, por supuesto, es la que provoca los prejuicios injustificados de los psicólogos y humanistas hacia el estudio de las influencias biológicas en el comportamiento. En el ácido desoxirribonucleico (ADN), que son dos cadenas de información complementarias, está contenida la información del código genético para la expresión y síntesis de cada una de las proteínas necesarias para el funcionamiento celular. Para que esto se logre debe copiarse la información en el ácido ribonucleico (ARN). Esta es una cadena que copia la información de una de las hebras del ADN. Este es el proceso conocido como transcripción, es decir, copiar la información genética del ADN, en un formato que lleva todo este código desde el núcleo hasta el citoplasma de la célula, que es donde ocurre la síntesis de proteínas, y es el proceso que lleva el nombre de traducción. Estos tres procesos, cada uno con sus complejidades, influenciados por otros mecanismos genéticos-ambientales, garantizarán el fenotipo o expresión del genotipo contenido en los genes, de aquí la segunda expresión de los genes.

Todas las células tienen la información para producir todas las proteínas, pero solo se sintetizarán las necesarias para el metabolismo, en que está especializado cada tipo celular

Sin embargo, los genes tienen una segunda función que determina el fenotipo. Es decir, determina la estructura, la función y las diversas características de la célula en la cual se expresa. Esta es la función de transcripción. No es suficiente, para que se exprese la información genética contenida en el ADN, que se transporte hacia el citoplasma de la célula, en el ARN; para que se sintetizen las proteínas existen diversos mecanismos reguladores, proteínas, otros genes, y también el ambiente, que garantizan la funcionalidad de cada una de las proteínas en las células.

Una célula del cerebro lo es, porque expresa solo la fracción de sus genes contenidos en el núcleo y las mitocondrias. Cuando un gen se expresa en una célula lo que hace es dirigir la producción de las proteínas específicas que le dan el carácter propio a cada célula. Esta función transcripcional y

traduccional, es decir, la habilidad de sintetizar proteínas específicas está regulada en mayor o menor medida por factores ambientales.

Diversos elementos influyen en la cadena de procesos que enlazan las zonas específicas de los genes que se transmiten al ARN mensajero para sintetizar una proteína específica. Diversos estímulos internos y externos, como pueden ser hormonas, stress, aprendizaje e interacciones sociales, estimulan o inhiben a un grupo de proteínas que tienen la función en el genoma de estimular la transcripción de determinado gen. Después de la transcripción, y antes de la traducción, es necesario que ocurran procesos postranscripcionales que son muy complejos y, si fallan, se trunca la síntesis de proteína. Además existen procesos postraducción, necesarios para hacer funcionales las proteínas.

Este proceso es llamado regulación epigenética. De esa manera, la regulación de la expresión genética por factores ambientales hace que todas las funciones del cerebro sean afectadas por influencias sociales. Dichas influencias serán incorporadas biológicamente mediante las expresiones alteradas de genes específicos en células nerviosas de regiones particulares del cerebro, siendo transmitidas culturalmente, y no mediante los mecanismos de replicación genética. En los humanos la posibilidad de modificar la expresión genética mediante el aprendizaje produce un nuevo tipo de evolución: la evolución cultural. Eso hace que en el hombre la velocidad de la evolución cultural sea mayor que la de la evolución biológica.

El neurodesarrollo entonces depende de la interacción continua entre genes y cultura. Dentro de los procesos del neurodesarrollo, los dos procesos finales son los que permiten los estadios finales del aprendizaje: La Sinaptogénesis y el Podado. La sinaptogénesis o formación de las sinapsis son las uniones funcionales entre las neuronas. Cada neurona tiene un sistema de ramificación, las dendritas, que son los receptores y transmisores de información de una neurona a otra. La información es transmitida por impulsos eléctricos o potenciales de acción, los cuales son los disparadores de mensajeros químicos, llamados neurotransmisores, que son moléculas que pasan la información de una neurona a otra.

Este proceso comienza a las 5 semanas en la médula y a las 7 en la corteza. Toma mucho tiempo porque continúa durante toda la gestación hasta el primer año de vida y, en algunas regiones del cerebro, hasta el quinto o sexto año. La velocidad de la sinaptogénesis es 1.8 nuevas sinapsis por segundo entre los dos meses de gestación y los dos primeros años de vida. Aproximadamente el 80 % del crecimiento dendrítico ocurre después del nacimiento para asimilar el creciente número de sinapsis.

Este proceso de creación de nuevas sinapsis, tiene su contrario dialéctico, el podado. Ante estos millones de conexiones, la tarea de que queden correctamente ensamblados los circuitos es realmente sorprendente. Cada neurona se las arregla para dirigir su axón y ramas dendríticas a los circuitos que posteriormente permitirán la manifestación de procesos motrices, cognitivos y afectivos. El patrón de conexiones existentes inicialmente es difuso, excesivo y poco preciso. Se forman mucho más conexiones de las necesarias, y gran parte de ellas terminarán desapareciendo en el proceso de eliminación de conexiones superfluas e inoperantes llamado precisamente podado. Este podado es el proceso que provoca el refinamiento cognitivo y emocional del cerebro maduro. Este proceso de cableado excesivo inicial y eliminación de lo superfluo para ganar en eficiencia, es el ejemplo más notable de las interacciones entre biología y cultura.

*Los genes establecen los circuitos en exceso, y la cultura y el ambiente los refinan y optimizan.*

Este proceso cierra la brecha conceptual del dualismo cartesiano y afirma el monismo filosófico. Pero es un fenómeno que muestra la belleza de la naturaleza al buscar la estructura eficiente óptima que mejor sustente la función de adaptación activa.

Por lo anteriormente expuesto, se puede comprender que, desde el punto de vista científico, es erróneo plantear una concepción de que los genes y el ambiente influyen de forma independiente en los procesos de neurodesarrollo.

**Referencias:**

- Scarr, S., Biological and cultural diversity: the legacy of Darwin for development. *Child Development* 1993. 64: 1333-1353
- Vogel, F., Motulsky, A.G., *Human Genetics. Problems and approaches.* Springer – Verlag Berlin. 1979
- Watson, J., *A passion for DNA.* Cold Spring Harbor Laboratory Press. New York. 2000.