

Presentación de Bruno Dubuc, neurobiólogo y director del sitio <http://www.lecerveau.mcgill.ca>, realizada el 25 de marzo de 2006 en el marco de *La noche de la filosofía* (2a. edición), en la Universidad de Québec, Montreal, Canadá. La traducción al español es una contribución de Marta Abergó, profesora de Filosofía (Universidad de Buenos Aires, Argentina) (<http://www.filosofiaaarmar.com.ar>).

## De algunos conceptos neurobiológicos útiles para los filósofos

### **DE ALGUNOS CONCEPTOS NEUROBIOLÓGICOS ÚTILES PARA LOS FILÓSOFOS** (el "de" al inicio es porque eso lo hace más filosófico...)

Durante la siguiente media hora les hablaré del cerebro y de algunos conceptos útiles para comprender un poco mejor su funcionamiento.

Una de las cosas que nos viene inmediatamente a la mente cuando hablamos del cerebro es que uno no utilizaría más que alrededor del 10% de sus capacidades. Seguramente ustedes ya lo han escuchado. La gran pregunta que me gustaría hacerles esta noche es la siguiente: piensan ustedes que esta "regla del 10%" se aplica también al cerebro de los filósofos?

¿Hay acaso entre los presentes quienes piensan que los filósofos deben utilizar al menos 50% de su cerebro? ¿Hay quienes lo subirían hasta un 90%? ¿Abstenciones...?

Debo reconocer que la cuestión es un poco tramposa y muestra que el mito del 10% es muy persistente. He dicho "el mito" porque afirmar que uno no utiliza más que el 10, 50 o aún el 90% de nuestro cerebro no tiene más sentido para un neurobiólogo que decir que la tierra es plana o que Georges W. Bush desea el bien del pueblo iraquí...

El hecho que este mito haya podido ser interiorizado por una gran parte de la población es un ejemplo de lo que yo llamaría, con un toque de provocación, "el analfabetismo neurobiológico". Con este espíritu, el verdadero título de mi presentación debería ser más bien:

**De algunos conceptos  
neurobiológicos útiles  
para los filósofos,  
que hablan de ontología o  
de naturaleza humana  
sin tener la menor idea  
del funcionamiento de  
su cerebro.**

**DE ALGUNOS CONCEPTOS NEUROBIOLÓGICOS ÚTILES PARA LOS FILÓSOFOS,  
QUE HABLAN DE ONTOLOGÍA O DE NATURALEZA HUMANA SIN TENER LA MENOR  
IDEA DEL FUNCIONAMIENTO DE SU CEREBRO**

No estoy seguro de poder dar una definición objetiva y operacional del "analfabetismo neurobiológico", pero consistiría, por ejemplo, en no saber distinguir el tronco cerebral del córtex, o de no tener la menor imagen mental cuando uno escucha las palabras neurona, sinapsis o neurotransmisor, palabras que equivalen a casa, mesa o silla para la persona menos letrada neurobiológicamente!

¿Cómo entonces intentar comprender cómo se ve el mundo, cómo se toma conciencia y cómo se recuerda, cuando la explicación neurobiológica más simple que uno pueda imaginar forzosamente debe apelar a este alfabeto básico que nos resulta poco familiar?

Una de las razones que explica esta negligencia es, yo creo, que las personas no se imaginan todo lo que las ciencias cognitivas, y en particular las neurociencias, han acumulado como saber sobre el cerebro después de los últimos decenios, aún si es muy poco frente a la complejidad del objeto en cuestión.

Lo que desearía hacer, pues, en la siguiente media hora, es intentar presentarles algunos de estos conceptos neurobiológicos que son tan ciertos como que la tierra es redonda... Para ayudarme utilizaré el sitio en la web que dirijo desde hace cuatro años y que se llama Le Cerveau à tous les Niveaux [El cerebro a todo nivel] (<http://www.lecerveau.mcgill.ca>).

# Le Cerveau à tous les Niveaux:

LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX!  
Mode d'emploi | Visite Guidée

Chacun de nos thèmes ouverts (en foncé) aborde une foule de sujets à différents niveaux d'organisation et au niveau d'explication qui vous convient.

Consultez aussi nos capsules et laissez-nous votre email pour être tenu au courant des nouveautés sur le site!

anglais  
espagnol

débutant | intermédiaire | avancé    Statistiques    Navigateur    Présentations | Crédits | Contact | Copyleft

Instituts de recherche en santé du Canada    Instituts des neurosciences, de la santé mentale et des toxicomanies du Canada

[www.lecerveau.mcgill.ca](http://www.lecerveau.mcgill.ca)

cuya dirección está indicada aquí, así como todos los vínculos que si desean pueden consultar y regresar luego a esta presentación, lo que yo por supuesto recomiendo. En media hora no podré sino rozar el tema, pero espero que esto les estimule a volver al sitio para conocer más.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/index\\_i.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/index_i.html)

El sitio está subdividido en 12 grandes temas que cubren casi todos los aspectos de los comportamientos humanos: memoria, placer, dolor, emociones, etc.

He aquí pues una primera cosa sobre la cual yo quisiera llamar la atención: la increíble diversidad y destreza de los comportamientos humanos, todos salidos del comando de nuestro sistema nervioso central.

Consideremos, por ejemplo, el solo hecho de caminar: ¿han visto los robots que intentan hacerlo? Son bastante rudimentarios. Estamos bastante lejos de La La La Human Steps... [Se refiere a la famosa compañía de danza canadiense La La La Human Steps, fundada en 1982 por el coreógrafo y director Edouard Lock, que explora el gesto humano a través de coreografías que requieren un sofisticado dominio del cuerpo. (Nota de la T.)] No tienen nada que ver con la flexibilidad y la precisión del gesto humano.

Es cierto que algunas funciones que demandan operaciones lógicas han sido igualadas y aún superadas por los ordenadores y su gran rapidez de cálculo, pero hay una enorme cantidad de cosas que uno hace sin siquiera tener conciencia y que jamás ha podido ser igualado por milagro tecnológico alguno.

Por ejemplo, en este mismo momento, ustedes están mirándome.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a\\_02/a\\_02\\_cr/a\\_02\\_cr\\_vis/a\\_02\\_cr\\_vis.html#2](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_02/a_02_cr/a_02_cr_vis/a_02_cr_vis.html#2)

Las células de la retina de sus ojos captan pues diferentes intensidades luminosas que transmiten bajo la forma de influjo nervioso a ciertos relevos o retransmisores que les permitirán, por ejemplo, seguir la mirada, y enviar ciertas señales a la parte de atrás del

cerebro, al córtex visual, que va a descodificar la información y les va a hacer tomar conciencia de la escena visual.

Ustedes también están escuchándome.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_10/d\\_10\\_cr/d\\_10\\_cr\\_lan/d\\_10\\_cr\\_lan.html#2](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_10/d_10_cr/d_10_cr_lan/d_10_cr_lan.html#2)

Vuestro cerebro descodifica las vibraciones del aire producidas por mi voz, que vuestro oído interno traduce en impulsos nerviosos, impulsos que ingresan a una región cerebral que está involucrada en la comprensión del discurso. Si ustedes quieren enseguida hacer una pregunta sobre el asunto que acaban de entender, deberán recurrir a un área cortical más frontal implicada en la producción del lenguaje, y luego al área motriz que eventualmente hará contraer sus músculos respiratorios y sus cuerdas vocales para formular su pregunta. Los invito a activar estas áreas de la palabra en la segunda media hora consagrada al intercambio con ustedes.

Quizás la comprensión de mis palabras active también una pequeña estructura llamada amígdala cerebral, que aquí se ve en rojo.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_04/d\\_04\\_cr/d\\_04\\_cr\\_peu/d\\_04\\_cr\\_peu.htm](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_04/d_04_cr/d_04_cr_peu/d_04_cr_peu.htm)

o también aquí:

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a\\_04/a\\_04\\_cr/a\\_04\\_cr\\_peu/a\\_04\\_cr\\_peu.htm](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_04/a_04_cr/a_04_cr_peu/a_04_cr_peu.htm)

y que los hará, en tanto filósofos, percibirme como una amenaza sobre vuestro territorio intelectual. Vuestro cerebro no hará entonces diferencia alguna entre un mamut de la edad de piedra y mi endeble persona y ordenará rápidamente, por la intervención de otras estructuras cerebrales, una respuesta emocional acompañada de cambios hormonales en todo su cuerpo para huir o luchar contra esta fuente de agresión. Yo espero que ustedes logren inhibir vuestra acción justo a tiempo para permitirme terminar mi exposición, aunque no por mucho tiempo más, porque se verá que no es bueno para la salud permanecer mucho tiempo en un estado de inhibición de la acción...

Tengamos ahora una aproximación general a la anatomía del cerebro.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_01/d\\_01\\_cr/d\\_01\\_cr\\_ana/d\\_01\\_cr\\_ana.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_01/d_01_cr/d_01_cr_ana/d_01_cr_ana.html)

Una particularidad de este sitio web es el de adaptarse al nivel de conocimiento de quien lo utilice en virtud de la diversidad de niveles de explicación disponibles. Todos los temas tratados en el sitio son siempre explicados tres veces: a nivel inicial, intermedio y avanzado [Colores respectivos amarillo, verde y rojo. (Nota de la T.)]

Aquí estamos en el nivel inicial, que en general corresponde a nuestro notable "analfabetismo neurobiológico", según el cual uno se limita a presentar algunos conceptos simples, como el hecho que el cerebro está formado por dos hemisferios, cada uno de los cuales se ocupa en general de un costado del cuerpo (de modo cruzado: el hemisferio derecho se ocupa del costado izquierdo del cuerpo y viceversa).

Vuestro cerebro no es más grande que esto [pone juntos sus dos puños]. Su parte exterior, totalmente plegada, es lo que se llama córtex. Si uno pudiera desplegar el córtex, su superficie sería un poco más grande que dos páginas de un diario. Si tomo un diario cualquiera, ¿cómo puedo hacer para meterlo en nuestra caja craneana? Plegándolo, arrugándolo sobre sí mismo, muy simplemente...

Se distinguen cuatro grandes lóbulos: el lóbulo frontal, que uno ha visto con relación a la motricidad; el lóbulo parietal implicado entre otras cosas en el tacto o en el dolor; el lóbulo temporal, fuertemente implicado por ejemplo en la memoria; y el lóbulo occipital, implicado en la visión.

Esto me conduce a introducir un primer concepto neurobiológico útil para los filósofos que discurren sobre ontología:



### PRIMER CONCEPTO: EL CEREBRO HUMANO NO ES UNA GELATINA UNIFORME.

Para ejecutar sus numerosas funciones, el cerebro posee **diferentes estructuras** bien **distintas** y relacionadas entre ellas.

Para desarrollar este punto, pasaremos al nivel intermedio, donde se encuentra un esquema de un corte transversal del cerebro.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i\\_01/i\\_01\\_cr/i\\_01\\_cr\\_ana/i\\_01\\_cr\\_ana.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_01/i_01_cr/i_01_cr_ana/i_01_cr_ana.html)

Se ve que aún a nivel macroscópico el cerebro posee **numerosas estructuras** (que en su mayoría vienen en pares...) con nombres y formas tan bizarras como:

el **tálamo**, el **hipotálamo**, el **córtex**, el **cuerpo caloso**, el **cerebelo** o el **tronco o tallo cerebral**.

La **médula espinal**, que aquí está cortada, es esa parte del sistema nervioso central que desciende al centro de vuestra médula espinal y de ahí parten **los nervios sensoriales y motores**. Así, el cuerpo y el cerebro están íntimamente relacionados. Volveremos sobre esto.

Por lo tanto, así como un niño de 4 años sabe distinguir las diferentes partes del cuerpo (brazos, codos, espalda, etc.), el honesto ciudadano "en proceso de ser neurobiológicamente letrado" no debería sorprenderse de constatar, con más razón para un

órgano tan complejo como el cerebro, que el mismo está formado por **numerosas estructuras identificables...**

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a\\_01/a\\_01\\_cr/a\\_01\\_cr\\_ana/a\\_01\\_cr\\_ana.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_01/a_01_cr/a_01_cr_ana/a_01_cr_ana.html)

Vayamos al objeto en cuestión:

Un cerebro pesa un poco más de 1 kilogramo, alrededor pues de un 2% del peso del cuerpo, y un 20% de su consumo de glucosa y de oxígeno, y esto en todo momento, inclusive durante la noche.

He aquí un primer indicio de la **falsedad del mito del 10%**: si el cerebro decidiera utilizar el 90% restante, debería aumentar la energía necesaria para su funcionamiento un 180%. Me pregunto de dónde la sacaría...

Pasemos ahora al:

## Segundo concepto:

✍ **Ya no estamos en la época  
de la frenología.**



### **SEGUNDO CONCEPTO: YA NO ESTAMOS EN LA ÉPOCA DE LA FRENOLOGÍA.**

Desde mediados del siglo 18 hasta mediados del 19, en la época de Franz Joseph Gall, se pensaba que las funciones del cerebro se podían comprender a partir de las protuberancias del cráneo, y la expresión "tener aptitud para las matemáticas" está relacionada con esta teoría. [En francés la palabra "bosse" significa tanto "protuberancia" como "aptitud o disposición". (Nota de la Trad.)] Si bien ella ha sido descartada, se debe reconocer a la frenología el mérito de haber establecido el principio que las diferentes funciones cerebrales podían ser localizadas en diferentes zonas del cerebro.

En nuestros días se dispone de numerosas técnicas de investigación de las funciones cerebrales, como **el registro de imágenes cerebrales**, que permite ver no solamente el interior del cerebro, sino hacerlo mientras trabaja ejecutando diferentes tareas.

El registro de imágenes cerebrales es para el neurobiólogo, el equivalente del telescopio para Galileo o el microscopio para Pasteur.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/capsules/experience\\_jaune04.htm](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/capsules/experience_jaune04.htm)

Ustedes ven aquí, como decía un amigo mío, "mi encéfalo accesible por internet", ya que he participado de un **estudio de cartografía funcional** hace algunos años en el Instituto Neurológico de Montreal.

[En el vínculo anterior, ver actividades de la mano y del habla en la sección inferior de la página.]

Los estudios en base a imágenes cerebrales tienen la virtud, entre otras, de revelar las **grandes variaciones interindividuales** en el funcionamiento del cerebro. Esto significa que para una misma tarea, diferentes sujetos pueden utilizar de modo distinto sus circuitos de neuronas, en particular las del córtex.

Así llegamos al tercer concepto, que es:

**Tercer concepto:**  
✍ **el cerebro humano no nació con la última lluvia.**

A painting of a rainy street scene with people holding umbrellas, overlaid with a large red 'X'. The scene is set in a city with cobblestone streets and buildings in the background. The red 'X' is centered over the painting, indicating that the concept is not about the 'last rain'.

### **TERCER CONCEPTO: EL CEREBRO HUMANO NO NACIÓ CON LA ÚLTIMA LLUVIA.**

Dicho de otro modo, **este cerebro tiene una larga historia** que permite, entre otras cosas, comprender sus formas extrañas y la posición particular de sus diferentes partes, unas en relación con otras.

Para comprender **de dónde viene nuestro cerebro** uno puede observar el cerebro de otras especies animales existentes, **aparecidas mucho antes que nosotros**, y ver lo que ha cambiado.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i\\_05/i\\_05\\_cr/i\\_05\\_cr\\_her/i\\_05\\_cr\\_her.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_05/i_05_cr/i_05_cr_her/i_05_cr_her.html)

Se observan ciertas tendencias sobresalientes, por ejemplo a nivel del **aumento de las circunvoluciones del córtex**, lo que se traduce en una mayor superficie cortical.

Ahora bien, si nuestro cerebro está construido sobre el mismo modelo que el de los otros animales, uno puede preguntarse: **¿qué es lo específicamente humano** en el cerebro humano?

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_05/d\\_05\\_cr/d\\_05\\_cr\\_her/d\\_05\\_cr\\_her.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_05/d_05_cr/d_05_cr_her/d_05_cr_her.html)

Al comienzo de los años 70 el neurobiólogo norteamericano Paul MacLean propuso su famoso modelo del **cerebro triúnico**, que puso en evidencia la coexistencia de estructuras filogenéticamente de distinta antigüedad en el interior de la caja craneana.

En términos gruesos, según MacLean el cerebro humano incluye en realidad tres cerebros: un cerebro "**reptil**", que incluye el tronco cerebral y el cerebelo y que asegura las funciones fisiológicas de base, como la respiración, el ritmo cardíaco, el equilibrio, etc.; un cerebro "**límbico**" o mamífero, que apareció con los primeros mamíferos y que permite una memoria detallada de los acontecimientos gratificantes o dolorosos, los afectos, las emociones; y finalmente un "**neocórtex**", o simplemente córtex, que es la sede de las funciones humanas llamadas superiores, como el lenguaje, el razonamiento lógico, la creatividad o la conciencia.

Si uno observa ahora con un poco más detalle cómo ha evolucionado este córtex,

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i\\_05/i\\_05\\_cr/i\\_05\\_cr\\_her/i\\_05\\_cr\\_her.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_05/i_05_cr/i_05_cr_her/i_05_cr_her.html)

de la rata al humano, pasando por el gato, se observa una importancia creciente de las **áreas asociativas**. Se llaman "áreas asociativas" a todas las regiones que no son ni sensoriomotrices (en verde); ni visuales (en rojo), ni auditivas (en azul).

Se advierte la emergencia del **córtex llamado "asociativo"**, es decir, del córtex que ni hace tratamiento sensorial, ni control motor, sino que se emancipa de esas funciones de base y puede servir a las **funciones "superiores"** como el lenguaje y la racionalidad, tan cara a los filósofos.

Si se observa ahora la evolución de este córtex con más detalle,

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a\\_05/a\\_05\\_cr/a\\_05\\_cr\\_her/a\\_05\\_cr\\_her.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_05/a_05_cr/a_05_cr_her/a_05_cr_her.html)

uno puede ver la **región más frontal del córtex**, la cual está dedicada al control motor voluntario en las otras especies, y que es la que atraviesa el desarrollo más espectacular en el pasaje de los grandes monos al humano. Éste **córtex prefrontal muy desarrollado** es el que nos confiere la capacidad de abstracción, de imaginación y de planificación que no poseen las otras especies.

En las personas que padecen por ejemplo **depresión severa**, un estado que nos **despoja de toda iniciativa**, los estudios de imágenes cerebrales han mostrado no solamente un **descenso de la actividad del córtex prefrontal**, sino que la gravedad de la depresión era proporcional al grado de la baja de la actividad del córtex prefrontal.

Es muy lindo hablar del aumento de la superficie cortical, pero ¿qué significa? Eso se traduce en una **mayor cantidad de células nerviosas** y por lo tanto en una mayor capacidad de tratamiento de la información. Porque no se puede hablar de tratamiento de la información en el cerebro sin hablar del elemento básico que está en el origen de este tratamiento: **la neurona**. Para hablarles de ella, voy a utilizar ahora el otro medio que permite moverse en este sitio a través de los **niveles de organización**. Mediante un clic en el nivel **celular**, es como si tomáramos un microscopio e hiciéramos una especie de **zoom** o aproximación para ver cómo son las células que constituyen nuestro cerebro, i.e. **las neuronas**.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_01/d\\_01\\_cl/d\\_01\\_cl\\_ana/d\\_01\\_cl\\_ana.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_01/d_01_cl/d_01_cl_ana/d_01_cl_ana.html)



Uno ve aquí una neurona comparada con una célula cualquiera del resto del cuerpo. ¿Qué es lo que uno nota de particular en la neurona?

En principio **las dendritas** (los "cabellos") y luego **el axón** (solo y único) que puede ser muy largo. Si uno toma por ejemplo una motoneurona de un músculo de la pantorrilla donde el cuerpo celular está dentro de la médula espinal, el axón puede tener cerca de **1m de largo**. Esto quiere decir que si el cuerpo celular de esta neurona tuviera el tamaño de mi **llavero**, su axón tendría casi 400 m de largo, alrededor de 2-3 cuadras de largo...

Éstas son las dos particularidades importantes de las neuronas que las distinguen de las otras células de nuestro cuerpo. ¿**Pero por qué dendritas y un axón?** (ustedes dudan de esto, sin duda...)

Hasta ahora estuvimos viendo **la anatomía** (la forma); ahora vamos a explorar otro subtema: **la función** de las neuronas (cómo funcionan).

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_01/d\\_01\\_cl/d\\_01\\_cl\\_fon/d\\_01\\_cl\\_fon.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_01/d_01_cl/d_01_cl_fon/d_01_cl_fon.html)

La primera función de las neuronas es la de **comunicarse entre ellas**, la de intercambiar información bajo la forma de influjo nervioso. Es lo que vemos aquí: las neuronas pueden intercambiarse información enviando a su axón a hacer las conexiones con las dendritas de otra neurona.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i\\_01/i\\_01\\_cl/i\\_01\\_cl\\_fon/i\\_01\\_cl\\_fon.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_01/i_01_cl/i_01_cl_fon/i_01_cl_fon.html)

Quizás el influjo nervioso **de una sola neurona** no es lo suficientemente fuerte para propagarse en otra y necesita la ayuda de una compañera, pero entre **las dos** consiguen hacer pasar el influjo nervioso! Se ve entonces cómo (no solamente que la unión hace la fuerza, sino que...) una neurona puede ser una **unidad de integración** de diferentes señales y dar un *output* positivo (un influjo nervioso) o negativo (ningún influjo nervioso) hacia las otras neuronas. [Ver etapas A, B y C en la animación correspondiente.]

He aquí uno de los grandes **secretos del cerebro**: contrariamente a lo que se podría pensar, **los axones y las dendritas no se tocan** para hacer pasar el influjo nervioso. Hay un espacio muy pequeño entre ellos que se llama **sinapsis**, y para verla vamos a utilizar nuestra ventana de navegación para aproximarnos todavía más al **nivel molecular**, es decir, al nivel de las moléculas con las cuales están constituidas las células.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i\\_07/i\\_07\\_m/i\\_07\\_m\\_tra/i\\_07\\_m\\_tra.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_07/i_07_m/i_07_m_tra/i_07_m_tra.html)

[Hacer clic sobre el diagrama para activar la animación.]

Aquí hay un dibujo del extremo del axón de una neurona, y el extremo de una dendrita. Cuando el influjo nervioso llega, observen bien lo que ocurre: las pequeñas moléculas que se llaman **neurotransmisores** son liberadas en el espacio entre los dos y algunas se fijan sobre las moléculas grandes que llamamos **receptor**, exactamente como una **llave que entra en su cerradura**. Y del mismo modo que una llave abre una puerta, la molécula del neurotransmisor **abre el canal** en el centro del receptor, así otras pequeñas moléculas pueden entrar y ellas son las que harán llegar el influjo nervioso a otro lado. ¿Lo vemos otra vez? Aquí va. [Repita la animación del diagrama.]

La gran diferencia entre el influjo nervioso que se propaga a lo largo del axón y lo que ocurre a nivel de la sinapsis, es que la **propagación del influjo nervioso** es un fenómeno electroquímico a "**todo o nada**" y que no sufre modificación alguna con la experiencia. Al nivel de la sinapsis ocurre todo lo contrario: si uno puede aprender cosas es porque **la transmisión sináptica es muy flexible** y su eficacia se modifica en la medida que se la utiliza con más o menos frecuencia.

¿Qué ocurre entonces con **la naturaleza exacta de la marca física de un recuerdo** en el cerebro? Dicho de otro modo, ¿qué es lo que a nivel molecular, a nivel de la sinapsis misma, facilita el pasaje del influjo nervioso?

Se conocen mecanismos, como la **potenciación a largo plazo**, que permiten este reforzamiento de la sinapsis. Todo lo que ella toma seguido constituye una **estimulación repetida con una frecuencia bastante elevada** al nivel de la sinapsis en cuestión. Esta estimulación repetida permite la expulsión de más neurotransmisores, los cuales permiten abrir los otros tipos de canales que hacen entrar en este caso **calcio** en la otra neurona. Ahora bien, este calcio va a desencadenar toda clase de reacciones químicas, por ejemplo:

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a\\_07/a\\_07\\_m/a\\_07\\_m\\_tra/a\\_07\\_m\\_tra.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_07/a_07_m/a_07_m_tra/a_07_m_tra.html)

- 1- la **fosforilación** de los receptores, es decir, el ajuste de una molécula de fósforo al canal aquí, lo que le va a permitir **abrirse más fácilmente**, o durante más tiempo, facilitando la transmisión del influjo nervioso.
- 2- O también, gracias a una cascada de segundos mensajeros, **remontar hasta los genes** en el **núcleo** de la neurona para indicarle que produzca **receptores nuevos** que estarán ajustados a la sinapsis y facilitarán mucho más también la transmisión del influjo nervioso.

La marca física, concreta, de todos vuestros recuerdos, es entonces ésta: **los botones sinápticos hipertrofiados y los receptores proteínicos potenciados por el fósforo!**

En consecuencia, esta plasticidad de las sinapsis hace que:

## Cuarto concepto:

el cerebro no es estático, sino que se modifica constantemente durante toda nuestra vida.



## CUARTO CONCEPTO: EL CEREBRO NO ES ESTÁTICO SINO QUE SE MODIFICA CONSTANTEMENTE DURANTE TODA NUESTRA VIDA.

Este concepto de **plasticidad sináptica** designa pues el fenómeno por el cual los circuitos de numerosas estructuras de nuestro cerebro tienen la capacidad **de ser modeladas** en el sentido físico del término, **tanto reforzadas como debilitadas**, por la utilización más o menos frecuente que uno hace de ellas.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_07/d\\_07\\_cl/d\\_07\\_cl\\_tra/d\\_07\\_cl\\_tra.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_07/d_07_cl/d_07_cl_tra/d_07_cl_tra.html)

Se crean pues constantemente en nuestro cerebro nuevos "**conjuntos de neuronas**" que se asocian y se ponen a funcionar juntas. Luego que un nuevo grupo neuronal así se coordina, puede surgir una nueva imagen mental o un nuevo aprendizaje motor.

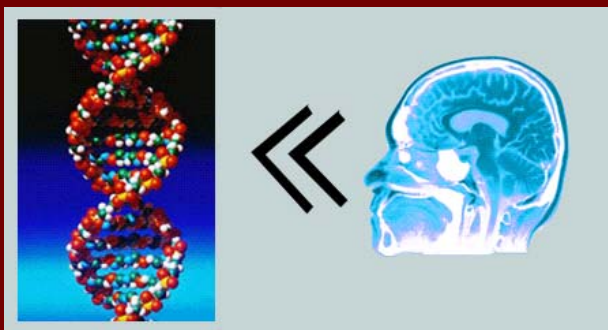
Aprender es, pues, para emplear el título de una obra del filósofo Michel Onfray, hacer una verdadera "escultura de sí", una escultura **al nivel de nuestras redes de neuronas** por reforzamiento de ciertas conexiones sinápticas.

Se debe notar, de todos modos, que el nivel de plasticidad varía según las estructuras cerebrales: la plasticidad es así muy grande en el córtex, la región aparecida más recientemente en el curso de la evolución, y menor en el hipotálamo o en el tronco cerebral, por ejemplo, que son regiones mucho más antiguas e implicadas en las funciones más fundamentales, como la regulación de la temperatura, el hambre, la sed, etc.

Ahora bien: el cerebro contiene **100 mil millones de neuronas**, cada una de las cuales hace en promedio alrededor de 10.000 sinapsis con las otras neuronas. Eso da un número **astronómico** de circuitos nerviosos posibles, un número demasiado elevado para que nuestros 30 ó 35.000 genes puedan especificar su ubicación. De ahí nuestro quinto concepto:

## Quinto concepto:

no hay genes suficientes para  
construir un cerebro humano.



**NO HAY GENES SUFICIENTES PARA CONSTRUIR UN CEREBRO HUMANO.**

¿Cómo es que estas decenas de cientos de miles de millones de conexiones se establecen?

Nuestros programas genéticos sólo establecen las grandes líneas, o si ustedes prefieren, solamente **la estructura general de nuestro cerebro**. Durante el **desarrollo embriológico**, nuestros genes coordinan un complejo ballet de **migración celular** que va a permitir a los diferentes grupos de neuronas alcanzar una buena ubicación.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a\\_09/a\\_09\\_cl/a\\_09\\_cl\\_dev/a\\_09\\_cl\\_dev.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_09/a_09_cl/a_09_cl_dev/a_09_cl_dev.html)

Pero de inmediato hay una gran parte de nuestro desarrollo, toda la **"sintonía fina"** de las sinapsis, que va a ser esculpida por nuestra interacción con el mundo. Se habla ahora de desarrollo **epigenético**, es decir, toda la parte del desarrollo que tiene lugar "después de los genes", especialmente en la primera infancia.

Y este desarrollo epigenético se hará en gran medida por la **muerte de neuronas**: las neuronas y conexiones menos solicitadas desaparecerán progresivamente en beneficio de las más solicitadas, que se van a desarrollar.

Por lo tanto, al nacer, las grandes líneas de la arquitectura del cerebro están definidas, pero la construcción del cerebro está lejos de estar terminada: la gran mayoría de los circuitos de neuronas se formarán durante los 10-15 años **posteriores al nacimiento**.

Y se puede considerar que nuestras **capacidades de aprendizaje que conservamos toda la vida** son la prolongación permanente de este desarrollo epigenético. Por otra parte, a menudo las mismas proteínas operan en los dos fenómenos.

A la luz de estas nociones básicas del desarrollo del cerebro humano, muchos de los viejos debates filosóficos que han ocupado a los filósofos durante siglos pueden ser revisados. Es el caso de la **cuestión de lo innato y lo adquirido** aplicada a los comportamientos humanos. ¿Cuál sería **la parte de la naturaleza** versus **la parte de la cultura** en nuestros comportamientos? ¿Qué puede responder hoy a esta cuestión nuestro honesto ciudadano neurobiológicamente letrado?

Si uno le pregunta: **¿está nuestro comportamiento fijado por nuestra genética?** Él responderá **no**, ya que acabamos de ver que nuestro cerebro, que es el origen de nuestro comportamiento, se estructura en gran parte gracias a los estímulos provenientes del ambiente en que evoluciona.

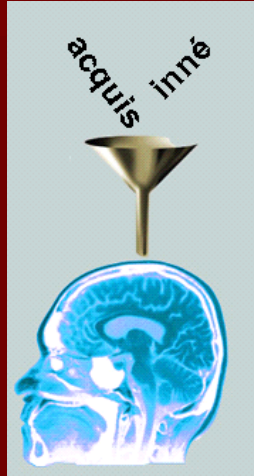
Y si uno le pregunta: **¿es nuestro comportamiento por completo el fruto de nuestro aprendizaje** (i.e. que nosotros somos **tabula rasa** al nacer)? Responderá **igualmente que no**, porque las grandes líneas de los circuitos cerebrales que nos hacen pensar se desarrollan siguiendo los planes generales de los genes de nuestra especie, que son el fruto de cientos de miles de años de evolución.

La única respuesta posible es entonces ésta: nuestros comportamientos son **A LA VEZ INNATOS Y ADQUIRIDOS**.

[para una puesta al día y un desarrollo interesante sobre este tema, ver [Inné et acquis: les réponses d'Henri Atlan](#) ]

## Sexto concepto:

los comportamientos  
humanos son a la vez  
innatos y adquiridos.



### CONCEPTO SEXTO: LOS COMPORTAMIENTOS HUMANOS SON A LA VEZ INNATOS Y ADQUIRIDOS.

Siempre están los dos componentes.

Tomemos por ejemplo **el lenguaje**, aptitud singularmente humana si hay alguna, y útil - muy útil - para los filósofos.

Un ser humano tiene necesidad de una experiencia epigenética de muchos años para producir y descodificar los sonidos que están en la base de su lengua. El aprendizaje de una lengua puede hacerse sólo si el niño está **expuesto a las palabras de esa lengua** y esto **durante un período limitado de la vida pre-pubertaria** que se llama "**período crítico**".

Hay pues una **influencia cierta del medio ambiente** y los casos de niños salvajes encontrados en la adolescencia y que no han tenido contacto con un lenguaje humano, jamás han logrado hablar a pesar de todos los esfuerzos de su tutor, como lo muestra el bello film de François Truffaut titulado justamente *El niño salvaje (L'enfant sauvage)*.

**Pero**, y éste es un aporte importante de Noam Chomsky a la lingüística, el lenguaje no puede ser solamente un repertorio de respuestas aprendidas por estímulos del medio, porque cada frase que alguien produce puede ser una **combinación totalmente nueva de palabras**. Antes de los 5 años, los niños son ya capaces, sin enseñanza formal, de producir e interpretar con coherencia frases totalmente nuevas para ellos.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/capsules/outil\\_rouge06.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/capsules/outil_rouge06.html)

Es esta capacidad extraordinaria de acceder al lenguaje, aún a pesar de una **exposición muy parcial** a las variantes sintácticas permitidas, la que anima a Chomsky a formular su argumento de la "**pobreza del aporte**". Según él, si los niños desarrollan tan fácilmente las operaciones complejas del lenguaje **es porque disponen de principios innatos** que les guían en la elaboración de la gramática de su lengua. En otros términos, la hipótesis de Chomsky consiste en decir que el aprendizaje del lenguaje está facilitado por **una predisposición de nuestro cerebro para ciertas estructuras de la lengua**.

Es pues esta sutil mezcla de **predisposición genética** y de **comportamiento aprendido** lo que hace al ser humano. Insisto con la expresión "**predisposición genética**", que es muy diferente de "**determinismo genético**" en sentido estricto. Y éste será mi séptimo concepto:

**Séptimo concepto:**

**tener predisposiciones genéticas no es estar determinado genéticamente.**

Prédisposition génétique  $\neq$  Déterminisme génétique

### **SÉPTIMO CONCEPTO: TENER PREDISPOSICIONES GENÉTICAS NO ES ESTAR DETERMINADO GENÉTICAMENTE.**

Ocurre con frecuencia que las personas no ven esta importante distinción, lo cual, considerando los numerosos comportamientos humanos aprendidos, los lleva a rechazar radicalmente lo que ellos denominan el "**determinismo biológico**", es decir, según ellos, toda influencia de nuestros genes en nuestros comportamientos.

Yo espero que adviertan, a la luz de algunos de los elementos que se han presentado aquí, cómo esta posición no se sostiene.

No es muy difícil encontrar comportamientos humanos que sufren con toda evidencia una **gran influencia de nuestras predisposiciones biológicas**. En general, son aquellos controlados por las estructuras más antiguas de nuestro cerebro, que dirigen las **funciones fundamentales para la especie**. Es el caso, por ejemplo, de los comportamientos que hacen a la reproducción de la especie... ¿Hay un mejor ejemplo de la potencia de nuestras predisposiciones biológicas que las que nos empujan a reproducirnos? Por otro lado, es éste tipo de predisposición fundamental la que incorpora lo que nuestro amigo Epicuro llamaba las **necesidades "naturales y necesarias"**...

Pero una predisposición no es un determinismo estricto: **se matiza culturalmente**. De ahí las numerosas formas de cortejo que hay en el mundo...

Una predisposición **se modifica**. ¿Cómo? Por la intervención de las estructuras más recientes de nuestro cerebro, como nuestro córtex, las cuales interactúan constantemente con las estructuras más antiguas.

Se debe tener bien presente que **las partes antiguas y las más recientes de nuestro cerebro** sostienen un **diálogo constante**: las voces nerviosas que las reenlazan están tejidas con el hilo del tiempo, de suerte que nuestros comportamientos son a menudo resultado de un **intercambio**, de un **compromiso**, e incluso de un **combate incesante entre ellas**.

Tomemos por ejemplo un comportamiento como el miedo:

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_04/d\\_04\\_cr/d\\_04\\_cr\\_peu/d\\_04\\_cr\\_peu.htm#2](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_04/d_04_cr/d_04_cr_peu/d_04_cr_peu.htm#2)

Imaginen que ustedes marchan por un bosque y de pronto ven en el suelo una forma alargada y enroscada sobre ella misma. Esta forma, que evoca la de una **serpiente**, muy rápidamente, gracias a lo que se llama la ruta corta, enviará un mensaje a **la amígdala, una estructura muy antigua** del sistema límbico, que pondrá en marcha las reacciones fisiológicas del miedo, muy útiles para activarse rápidamente frente al peligro.

Pero este estímulo visual, después de su transmisión al tálamo, llega al córtex, estructura que ahora saben que es mucho más reciente desde el punto de vista evolutivo. Debido a su facultad de discriminación, el córtex se va a dar cuenta, algunas fracciones de segundo más tarde, que lo que ustedes habían tomado por una serpiente no era en verdad más que un **pedazo de una vieja manguera de riego**. Vuestro corazón entonces cesará de latir aceleradamente y el susto habrá pasado.

Sobre la cuestión de la predisposición, yo agregaría ahora que cuanto más numerosos aprendizajes hacemos, y más se refuerzan los vínculos corticales en virtud de la gran plasticidad del córtex, más **susceptible se es de liberarse**, o al menos de ser más libre de elegir entre nuestros comportamientos instintivos, emocionales, y aquellos que son el fruto de nuestra razón, los cuales, como toda buena filosofía lo dice, son tanto más razonables en la medida que se haya memorizado una gran cantidad de saberes, históricos, científicos, etc.

Lo que corrientemente llamamos conciencia no es, en consecuencia, más que la punta del iceberg de **nuestros procesos cerebrales, que son para la mayoría inconcientes**. Y no inconciente en el sentido freudiano de represión, sino simplemente fuera de nuestro campo de conciencia, **automatizados para lograr una mayor eficacia**.

Dicho de modo más general, uno podría ir aún más lejos siguiendo a Henri Laborit y decir **"que un cerebro no sirve para pensar, sino para actuar"**. Siento decir esto aquí, queridos amigos filósofos, pero un cerebro se ha desarrollado así y sirve sobre todo para actuar. Es decir que los sistemas nerviosos se desarrollan para asegurar **la autonomía motriz de los animales**, los cuales, contrariamente a las plantas, deben desplazarse en su medio para adquirir los recursos necesarios para su supervivencia.

Cuando una acción gratificante se realiza con éxito, **ciertas regiones del cerebro son entonces activadas** para motivarnos a repetir esas experiencias placenteras.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d\\_03/d\\_03\\_cr/d\\_03\\_cr\\_que/d\\_03\\_cr\\_que.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_03/d_03_cr/d_03_cr_que/d_03_cr_que.html)

Si una situación se torna amenazante para el organismo, por ejemplo, **un oso** que se le apareciera frente a él, la acción podría requerir **huir** o **combatir** ese peligro.

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a\\_03/a\\_03\\_p/a\\_03\\_p\\_que/a\\_03\\_p\\_que.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_03/a_03_p/a_03_p_que/a_03_p_que.html)

Entonces numerosas modificaciones fisiológicas se ponen en guardia en el organismo para favorecer la acción: aumento del ritmo respiratorio, de la frecuencia cardíaca, aumento del aporte sanguíneo a los músculos en detrimento de las vísceras, etc. Si la acción es eficaz

(se logra huir o se sale victorioso del combate), el organismo recupera rápidamente su **equilibrio**.

De lo contrario sobrevienen el **stress y la inhibición crónica de su acción** ("uno aguarda con la esperanza que eso pase"), lo que ocasiona **el peor efecto para el organismo**, pues este viejo sistema de huida o de lucha ha sido seleccionado hace ya mucho tiempo y acarrea, como ya se ha señalado, grandes modificaciones en el organismo. Estas **modificaciones no deben durar demasiado tiempo**, sino solamente el tiempo de salvar el pellejo para no agotar al organismo. Nuestras sociedades modernas rebosan de situaciones de inhibición de la acción, las cuales, por mecanismos ahora bien conocidos, pueden acarrear diferentes problemas ligados, entre otros, al **derrumbe del sistema inmunitario** y a la hipertensión arterial, desde infecciones menores (gripes), a úlceras de estómago, problemas cardíacos e incluso cáncer...

[http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a\\_08/a\\_08\\_m/a\\_08\\_m\\_dep/a\\_08\\_m\\_dep.html](http://www.lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_08/a_08_m/a_08_m_dep/a_08_m_dep.html)

La **neuro-psico-endocrinología** nos enseña pues, y éste será mi octavo y último concepto, que



### **CONCEPTO OCTAVO: NUESTRO CUERPO Y NUESTRO CEREBRO ESTÁN EN CONSTANTE COMUNICACIÓN.**

Se hablan constantemente, y lo que afecta a uno afecta inevitablemente al otro. Lo que produce el cuerpo influye en el cerebro y lo que produce el cerebro influye en el cuerpo.

De ahí a decir que **el cuerpo, el cerebro y la mente son una misma entidad** hay sólo un paso. Yo lo doy sin dudar, al igual que la mayoría de los neurobiólogos contemporáneos, mal que le pese a nuestro buen amigo Descartes...

**Fin**