

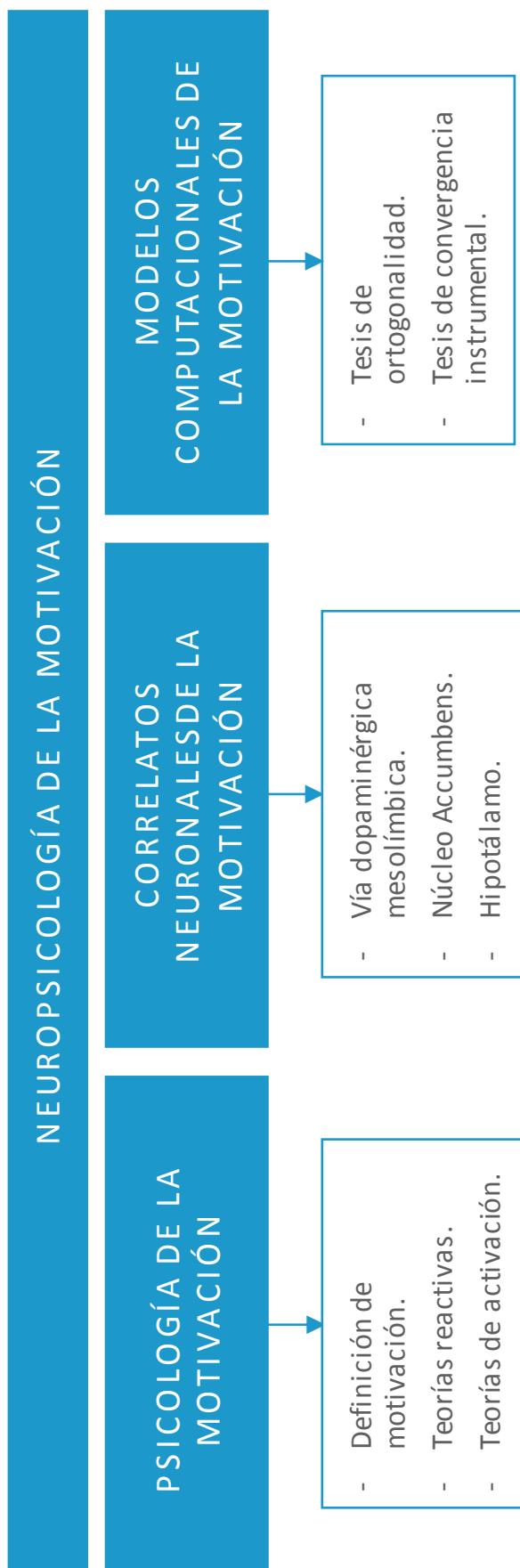
Neurociencia Cognitiva

Neuropsicología de la motivación

Índice

Esquema	3
Ideas clave	4
8.1. ¿Cómo estudiar este tema?	4
8.2. Psicología de la motivación	5
8.3. Bases psicobiológicas de la motivación	8
8.4. Modelos computacionales de la motivación	10
Lo + recomendado	12
+ Información	15
Test	18

Esquema



8.1. ¿Cómo estudiar este tema?

Para estudiar este tema lee las Ideas clave disponibles a continuación y el siguiente artículo: Barberá, E. (2002). Modelos explicativos en psicología de la motivación. *Revista electrónica de motivación y emoción*, 2(1).

Accede al artículo a través del aula virtual o de la siguiente dirección web:
<http://reme.uji.es/articulos/abarbe7630705102/texto.html>

En este tema seguimos trabajando con los procesos psicológicos de activación. Después de la emoción es importante comprender los procesos asociados de motivación, cómo funcionan en los humanos y qué conclusiones pueden sacarse desde el punto de vista de su imitación o simulación en sistemas artificiales. Los principales objetivos de este tema son:

- ▶ Entender la diferencia entre emoción y motivación.
- ▶ Comprender los procesos básicos en psicología de la motivación.
- ▶ Conocer los correlatos neuronales de los procesos motivacionales.
- ▶ Analizar la representación computacional que se hace de la motivación, estableciendo las diferencias principales con los procesos biológicos.

También, pondremos foco en el análisis de los procesos motivacionales y sus bases neurobiológicas. La construcción de modelos computacionales en este apartado está menos evolucionada y queda mucho trabajo de investigación por hacer, por lo que se repasarán algunos de los pocos trabajos existentes en este dominio.

8.2. Psicología de la motivación

La **motivación** es uno de los **procesos psicológicos básicos**, que junto con la emoción, se suele asociar a la activación del organismo y la tendencia a la acción. En general, se asocia motivación con conducta, en el sentido de que la motivación es un proceso que dispone para acciones específicas. Es decir, la **motivación proporciona energía y dirección para la conducta.**

El concepto de energía se refiere a que en un momento determinado estamos **motivados para realizar ciertas conductas, pero no para hacer otras**. En otras palabras, **nuestro organismo es capaz de encontrar energías para ir al bar con los amigos, pero no parece tener energía para ponerse a estudiar un tema de Neurociencia Cognitiva** (o viceversa). En este ejemplo también está implícito el concepto de dirección, ya que **la conducta es dirigida por la motivación**, haciendo disponible la energía para unas tareas con más facilidad que para otras.

Los organismos cuentan con unos **motivos básicos** que son **innatos**: el **hambre**, la sed, el sueño, etc. Por ejemplo, si los niveles de glucosa en sangre son bajos nos veremos motivados a realizar conductas de ingesta (hambrientos). Además de los motivos básicos **también se considera que existen unos motivos secundarios** (más susceptibles de ser adquiridos por aprendizaje). Ejemplos de motivos secundarios son la **motivación de logro**, de poder o de afiliación.

Existen diversas teorías que tratan de explicar el funcionamiento de los procesos motivacionales en los humanos. Podemos distinguir entre **teorías reactivas y teorías de activación.**

Las teorías reactivas consideran al sujeto como sistema que **da respuestas a cambios en su ambiente**. Esto es similar a lo indicado para las emociones, que también se consideran como procesos que predisponen para la realización de ciertas conductas en base a los estímulos percibidos. En este contexto, se considera que las **emociones**

son también agentes motivacionales. Lo importante acerca de las teorías reactivas es el concepto de **homeostasis**.

El concepto de homeostasis se refiere a la capacidad de **mantener un equilibrio dinámico de una magnitud** (por ejemplo, el nivel de glucosa en sangre) dentro de **una variabilidad controlada**. Cualquier cambio en los niveles de variables controladas que atenten contra el nivel de equilibrio provocará una **acción correctiva**. De esta forma, cuando hay un descenso del volumen del plasma sanguíneo (que implica una pérdida de agua y sodio) se produce la sed (sed hipovolémica). La motivación para beber será más grande cuanto más grande sea el desequilibrio (la deshidratación en este caso). Algo similar ocurre con la motivación para dormir, para comer, etc.

La teoría de **reducción del impulso** de Hull supone un modelo plausible para la motivación y concuerda muy bien con las observaciones realizadas con respecto a los **motivos básicos** (hambre, sueño, deseo sexual, sed, etc.). El organismo detecta una necesidad (desequilibrio) y aparece una motivación para recuperar la homeostasis. Sin embargo, estas explicaciones de corte tan fisiológico se quedan cortas para explicar los procesos asociados con motivaciones secundarias.

Así, además de los **modelos** basados en la homeostasis, han aparecido otras explicaciones **de corte más cognitivo**. Este es el caso de las **teorías E/V (expectativas/valencias)**. Estas teorías ofrecen un **modelo racional del comportamiento, basado en la consecución intencional (consciente) de un objetivo**. Las teorías E/V también son reactivas porque **la motivación se entiende como reacción a los cambios en los estímulos** (siendo las expectativas y valencias considerados como estímulos). En las teorías E/V **la motivación se calcula mediante una multiplicación de los factores E y V**. Por ejemplo, es mucho más probable que se dé una conducta si el valor que se le atribuye es muy alto y hay una gran expectativa de conseguir la meta. Por el contrario, ante una baja expectativa y un bajo valor es muy poco probable que se inicie la conducta de consecución del objetivo.

Como se explica en el artículo de Barberá (2002), diversos autores hacen consideraciones distintas acerca de las expectativas y la valencia. Se pueden considerar las **expectativas como de situación y resultado** o como de resultado y consecuencia. Por otro lado, la **valencia se puede considerar como comparación social, coste/beneficio, etc.**

Las teorías de la activación consideran al sujeto como agente de su propia conducta. Por lo que **la motivación se considera como un proceso espontaneo** (no reactivo). La **conducta desplegada** desde este marco conceptual se considera **propositiva**, es decir, **dirigida por planes, metas y objetivos.**

En este punto conviene distinguir entre **motivación intrínseca** y **motivación extrínseca**. Mientras que la última **se basa en la consecución de fines instrumentales que proceden del exterior** (como, por ejemplo, trabajar por dinero), **la motivación intrínseca se refiere a la activación, energía y dirección que generan conductas que buscan el mero placer de ser realizadas**. Es decir, **las tareas motivadas intrínsecamente no se realizan en busca de una recompensa externa**, sino que son en sí mismas la recompensa. Un ejemplo típico de motivación intrínseca en niños es el juego y la curiosidad. En adultos, aunque menos frecuente, sería trabajar por placer (no por dinero). Desde el punto de vista del rendimiento óptimo en diversas tareas se busca la forma de combinar de forma efectiva la motivación intrínseca y la extrínseca (aceptar un trabajo más atractivo para la persona por menos sueldo que otro que no representa una motivación intrínseca).

También desde el punto de vista de las teorías de la activación, se han desarrollado las **teorías de la acción**. En este caso se consideran los **procesos volitivos complejos que aparecen entre la intención y la conducta**. En otras palabras, se considera que los modelos E/V son muy limitados para explicar el proceso motivacional. Aquí **aparecen aspectos de más alto nivel como el compromiso, la voluntad y la valoración de la meta** una vez conseguida.

En general, todos los modelos resuelven solo parte del complejo rompecabezas que es la motivación. El reto está ahora en **combinar adecuadamente los aspectos motivacionales, emocionales y cognitivos**. Aquí se hace patente de nuevo la dicotomía tan profunda que ha habido en el pasado entre cognición y los procesos de activación como la emoción y la motivación.

8.3. Bases psicobiológicas de la motivación

La investigación en neurociencia acerca de la motivación (y del aprendizaje) apunta fundamentalmente a las **vías dopaminérgicas presentes en el mesencéfalo**, que juegan un papel primordial en la **predicción de recompensa**. La evidencia sugiere que las neuronas de dopamina del mesencéfalo **calculan el error de predicción en la consecución de una recompensa**, lo que permite al organismo actuar en la dirección precisa para **aumentar la probabilidad de conseguir la recompensa** en el futuro.

Este modelo ha conseguido explicar los mecanismos de aprendizaje por refuerzo que se observan en humanos y otros animales. Sin embargo, **se piensa que hay más estructuras neuronales (y procesos cognitivos) involucrados en los mecanismos motivacionales** y la generación del comportamiento dirigido a la consecución de metas.

El refuerzo es un aspecto clave tanto de la motivación como del aprendizaje. **El sistema mesolímbico de neuronas dopaminérgicas** es el sistema de refuerzo por excelencia (aunque existen otros centros relacionados con el refuerzo). En este sistema se haya el **núcleo accumbens** (o NAcc), famoso por el papel que parece jugar en muchas adicciones. El NAcc recibe aferencias de la amígdala, el hipocampo y otros centros relacionados con la emoción y la información motora.

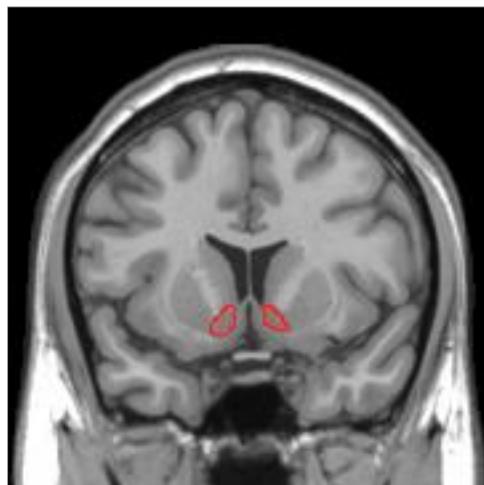


Figura 1. Corte coronal de resonancia magnética en el que se marca en rojo el núcleo accumbens.

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nucleus_accumbens_MRI.PNG

Además, el NAcc también proyecta fibras hacia los **ganglios basales**, por lo que se piensa que juega un papel importante en el aprendizaje y despliegue de conductas automáticas. El NAcc también está conectado con la **corteza prefrontal**, que como veremos más adelante, se encarga de la regulación de la atención y la coordinación de planes de acción. El núcleo accumbens sería el lugar donde se establece la relación entre la información emocional (positiva o negativa) y las conductas asociadas. En otras palabras, sería el centro del **círculo de la recompensa**. También se ha asociado al NAcc con la experiencia de placer (y los procesos de adicción), con lo que estaría **directamente involucrado en los mecanismos de motivación básica** (por ejemplo, el placer experimentado al comer o al mantener relaciones sexuales).

Por otra parte, el **hipotálamo** también juega un papel crucial en el despliegue de los **procesos motivacionales** (especialmente el hambre, la sed, la regulación de la temperatura y el sueño). Como **regulador central de múltiples funciones autónomas y endocrinas** el hipotálamo es el centro más ilustrativo de los procesos **homeostáticos**. Por ejemplo, según la hipótesis lipostática, el hipotálamo es capaz de medir la cantidad de grasa corporal (a través de la leptina y la insulina), regulando de esta forma el apetito y saciedad.

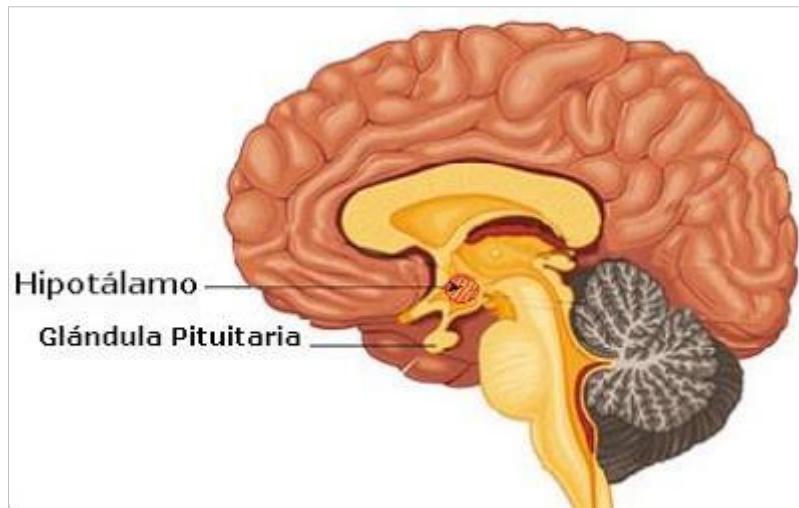


Figura 2. Situación del hipotálamo en un corte sagital del encéfalo.

Fuente: <https://durasalud.wordpress.com/2016/01/23/hipotalamo/>

8.4. Modelos computacionales de la motivación

Mientras que existen multitud de modelos computacionales basados en otros procesos psicológicos, parece que **la motivación ha sido uno de los «grandes olvidados»**. Aunque la motivación tiene una relación estrecha con la emoción, el aprendizaje y la selección de acciones y, por lo tanto, puede estar representada hasta cierto punto en otros modelos, no se han realizado muchos trabajos abordando el tema central de la motivación desde un punto de vista computacional.

Un motivo pudo ser que los motivos primarios (hambre, sed, deseo sexual, etc.) no aplican en realidad a los sistemas artificiales debido a las **grandes diferencias de sustrato físico con un organismo natural**. Sin embargo, podemos pensar que en el caso de sistemas artificiales físicos (robots) aparecen también motivos primarios como la disposición de energía eléctrica para el funcionamiento del sistema. Por otro lado, los **motivos secundarios**, como la motivación de logro, poder o afiliación, solo parecen tener sentido en **entornos sociales complejos**. Sin embargo, con la necesidad cada vez más acuciante de interacción natural entre personas y máquinas

parece razonable investigar el modelado de estos motivos desde el punto de vista de la inteligencia artificial.

Algunos autores también argumentan que la motivación y la inteligencia están muy relacionados. En este sentido se establecen dos tipos de teorías (Bostrom, 2012):

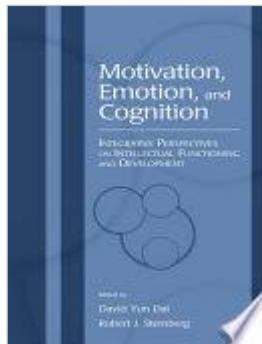
- ▶ La tesis de ortogonalidad: que la inteligencia y las metas (motivaciones) son ejes ortogonales, sobre los cuales los agentes artificiales pueden situarse libremente.
- ▶ La tesis de convergencia instrumental: que implica que un agente con un nivel suficiente de inteligencia perseguirá las mismas metas intermedias por una mera cuestión instrumental. Es decir, por qué para conseguir los objetivos finales es necesario cubrir las necesidades básicas intermedias (por ejemplo, tener un suministro suficiente de energía).

Lo + recomendado

No dejes de leer

Motivation, emotion, and cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development

Yun, D. y Stember, R. (Eds.). (2004). *Motivation, emotion, and cognition*. Nueva Jersey: Lawrence.



El funcionamiento intelectual y el desarrollo se han visto en gran medida como fenómenos cognitivos que se explican en términos de capacidad cognitiva, estructuras y procesos. La motivación y la emoción a menudo se consideran periféricas o epifenoménicas en ese sentido, o peor, como potencialmente perjudiciales para la razón y el buen juicio. Llamamos a esta vista una perspectiva cognitiva-reducciónista. Argumentamos que un énfasis exclusivo en la cognición pasa por alto algunos componentes esenciales del funcionamiento intelectual y el desarrollo.

Nos preguntamos si un enfoque tan estrecho ha comenzado a producir rendimientos decrecientes en la generación de relatos viables de diversos fenómenos intelectuales. En este volumen, buscamos un enfoque diferente, un enfoque integrador, que considera que la motivación, la emoción y la cognición están inextricablemente relacionadas, para bien o para mal, en el funcionamiento intelectual y el desarrollo. Este camino ha sido menos transitado, pero mantiene la promesa de proporcionar ideas sobre cómo las personas operan y se adaptan intelectualmente en contextos funcionales reales en lugar de solo realizar tareas de laboratorio. El énfasis en la integración trae naturalmente a la persona activa como un todo a la vanguardia.

Nuestro objetivo es que este volumen sea de gran valor tanto para los psicólogos como para el público en general que tienen interés en la naturaleza del funcionamiento intelectual y el desarrollo. Aunque el volumen aborda principalmente cuestiones teóricas más que prácticas, los educadores y otros profesionales cuya tarea principal es mejorar el funcionamiento intelectual y el rendimiento humano encontrarán perspectivas integradoras prometedoras y productivas. Estas perspectivas tienden a ver el funcionamiento intelectual como contextual, dinámico y variable con situaciones y dominios, en lugar de fijo e invariable, abriendo así las puertas para las intervenciones.

Accede al artículo a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=DriQAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=WB73MhqGX &sig=ERgnFOn5UWX6rjfVodqzvbPRvoU#v=onepage&q&f=false>

No dejes de ver

¿Qué sucede cuando nuestras computadoras se vuelven más inteligentes que nosotros?

La inteligencia artificial está dando grandes pasos: según los expertos, durante este siglo, la inteligencia artificial podría llegar a ser tan «inteligente» como un humano. Para que luego, dice Nick Bostrom, nos supere; en sus palabras, «la inteligencia artificial es el último invento que la humanidad tendrá que hacer». Filósofo y tecnólogo, Bostrom nos pide que pensemos seriamente en el mundo gobernado por máquinas pensantes que estamos construyendo. Estas máquinas inteligentes nos ayudarán a preservar nuestra humanidad y nuestros valores, ¿o tendrán sus propios valores?



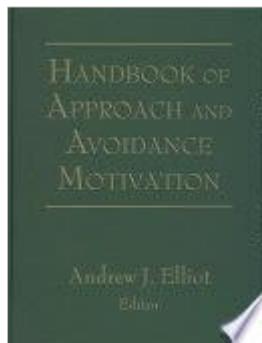
Accede al vídeo a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

https://www.ted.com/talks/nick_bostrom_what_happens_when_our_computers_get_smarter_than_we_are?language=es

A fondo

Internal regulatory variables and the design of human motivation: A computational and evolutionary approach

Tooby, J., Cosmides, L., Sell, A., Lieberman, D. y Szycer, D. (2008). Internal regulatory variables and the design of human motivation: A computational and evolutionary approach. En A. Elliot. *Handbook of approach and avoidance motivation*. Reino Unido: Psychology Press.



De las muchas distinciones conceptuales presentes en la psicología actual, la distinción enfoque-evitación se destaca como una de las más fundamentales y básicas, si no la más importante. La distinción entre enfoque y motivación de evasión tiene una historia venerable, no solo dentro sino más allá de la psicología científica, y la utilidad profunda de esta distinción es claramente evidente en todas las tradiciones teóricas, disciplinas y áreas de contenido. Este volumen está diseñado para ilustrar y resaltar la importancia central de esta distinción, para servir como un recurso integral para los académicos que trabajan en esta área, y para facilitar la integración entre investigadores y teóricos con un interés explícito o implícito en la motivación de aproximación y evasión.

El cuerpo principal de este volumen está organizado de acuerdo con siete secciones amplias que representan las áreas centrales de interés en el estudio del enfoque y la motivación de evitación, incluida la neurofisiología y la neurobiología, y los procesos evaluativos. Cada sección contiene un mínimo de cuatro capítulos que cubren un aspecto específico de enfoque y motivación de evasión. La amplia aplicabilidad de la

distinción de prevención de aproximación hace que este Manual sea un recurso esencial para investigadores, teóricos y estudiantes de psicología social y disciplinas relacionadas. (En especial, el capítulo indicado recoge un modelo computacional de interés para los ingenieros de inteligencia artificial).

Cognitive Neuroscience Society

Stoica, T. (enero, 2016). Stoking the Motivational Fire: Neuroscience Guides the Way. *Cognitive Neuroscience Society*.

Artículo de la Sociedad de Neurociencia Cognitiva acerca de la motivación.

Accede a la página web a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

https://www.cogneurosociety.org/motivation_stoica_jan16/

Bibliografía

Barberá, E. (2002). Modelos explicativos en psicología de la motivación. *Revista electrónica de motivación y emoción*, 2(1).

Bostrom, N. (2012). The superintelligent will: Motivation and instrumental rationality in advanced artificial agents. *Minds and Machines*, 22(2), 71-85.

Dai, D. Y. y Sternberg, R. J. (Eds.). (2004). Motivation, emotion, and cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development. Londres: Routledge.

Daw, N. D. y Shohamy, D. (2008). The cognitive neuroscience of motivation and learning. *Social Cognition*, 26(5), 593-620.

Tooby, J., Cosmides, L., Sell, A., Lieberman, D. y Sznycer, D. (2008). Internal regulatory variables and the design of human motivation: A computational and evolutionary approach. En A. Elliot. *Handbook of approach and avoidance motivation*. Reino Unido: Psychology Press.

Test

8

1. La motivación proporciona:

- A. Energía, pero no ofrece dirección.
- B. Dirección para la conducta, pero no energiza.
- C. Energía y dirección para la conducta.
- D. Conductas desadaptativas.

2. ¿Cuál de los siguientes no es un motivo básico?:

- A. Deseo sexual.
- B. Sed.
- C. Hambre.
- D. Deseo de amistad.

3. ¿Cuál de los siguientes no es un motivo secundario?:

- A. Deseo sexual.
- B. Deseo de logro.
- C. Deseo de afiliación.
- D. Deseo de poder.

4. La homeostasis se refiere a:

- A. Maximizar una variable.
- B. Mantener un equilibrio en los valores de una variable.
- C. Minimizar una variable.
- D. Variar estocásticamente una variable.

5. Las teorías E/V (expectativas/valencias):

- A. Se basan en la homeostasis.
- B. Tienen un enfoque holístico.
- C. Tienen un enfoque cognitivo.
- D. Son las mismas que la reducción del impulso.

6. Los niños juegan porque están:

- A. Motivados secundariamente.
- B. Motivados instrumentalmente.
- C. Motivados extrínsecamente.
- D. Motivados intrínsecamente.

7. Las vías dopaminérgicas del mesencéfalo juegan un papel importante en:

- A. La predicción de la conducta.
- B. La predicción de la recompensa.
- C. La imitación.
- D. La regulación de la temperatura.

8. El centro del circuito de la recompensa es:

- A. El putamen.
- B. El hipotálamo.
- C. El globo pálido.
- D. El núcleo accumbens.

9. El regulador central de múltiples funciones autónomas es:

- A. El putamen.
- B. El hipotálamo.
- C. El globo pálido.
- D. El núcleo accumbens.

- 10.** La tesis de la ortogonalidad postula que:
- A. La inteligencia y las motivaciones de los agentes son dependientes.
 - B. La inteligencia y las motivaciones de los agentes son independientes.**
 - C. Las metas intermedias y los objetivos son iguales.
 - D. La motivación no se puede conseguir en sistemas artificiales.

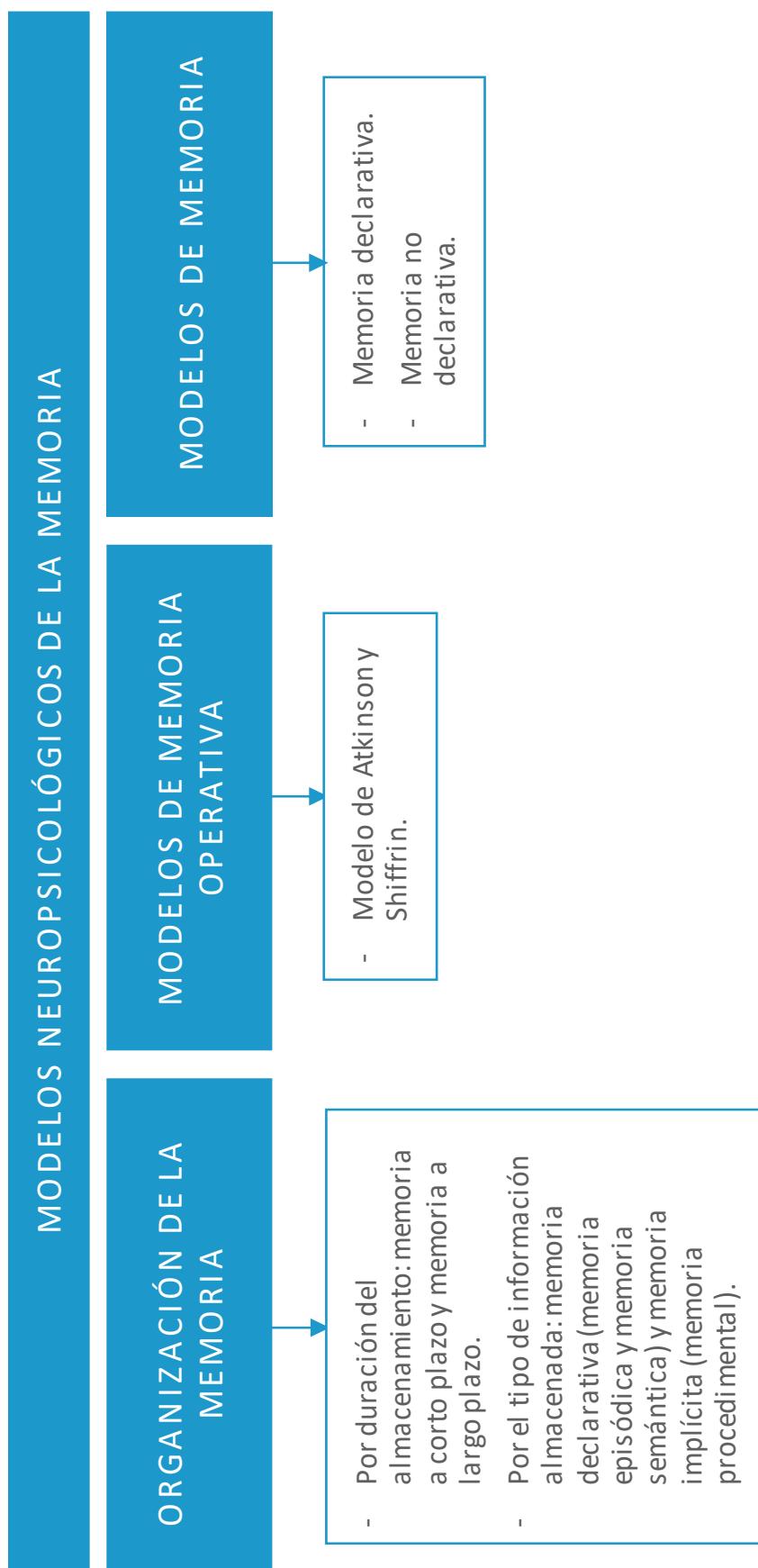
Neurociencia Cognitiva

Modelos
neuropsicológicos de la
memoria

Índice

Esquema	3
Ideas clave	4
9.1. ¿Cómo estudiar este tema?	4
9.2. Organización de la memoria	5
9.3. Modelos de memoria operativa	6
9.4. Memoria procedimental, semántica y episódica	10
Lo + recomendado	13
+ Información	15
Test	18

Esquema



9.1. ¿Cómo estudiar este tema?

Para estudiar este tema lee las Ideas clave disponibles a continuación.

En este tema nos centramos en el estudio de los sistemas de memoria. El uso de la memoria está implícito a menudo en la descripción de otras funciones cognitivas, pero merece especial atención hacer un repaso de las capacidades de la memoria humana y también de los principales modelos explicativos. Los principales objetivos de este tema son:

- ▶ Conocer los principales modelos explicativos de los procesos de memoria.
- ▶ Comprender la diferencia entre los diferentes sistemas de memoria identificados en los humanos.
- ▶ Analizar los modelos computacionales de memoria derivados de los estudios neuropsicológicos.

Dado que la memoria es un aspecto fundamental de los sistemas artificiales, este tema sirve también para comparar las características presentes en los mecanismos de almacenamiento y recuperación de la información que existen tanto en los organismos naturales como en los sistemas artificiales.

9.2. Organización de la memoria

El primer aspecto importante acerca de la memoria es que no se trata de un proceso unitario o nuclear, sino que la memoria engloba en realidad múltiples sistemas que, aunque relacionados, se pueden distinguir claramente.

A mitad del siglo pasado se planteó la existencia de distintos almacenes de memoria en los humanos. La primera división más obvia se refiere al tiempo de almacenamiento de la información, y en base a ello podemos distinguir entre:

- ▶ **Memoria a corto plazo:** donde la información se retiene por espacio de unos segundos.
- ▶ **Memoria a largo plazo:** donde la información permanece almacenada por un tiempo indefinido.

Desde el punto de vista de las bases neurológicas de la memoria, se identificó la memoria a corto plazo con circuitos reverberantes que involucraban a la corteza frontal y la memoria a largo plazo con cambios más permanentes (neuroplasticidad) que sucedían en diversas partes del sistema nervioso central. Hoy en día se sabe que el hipocampo juega un papel esencial en la fijación de la memoria a largo plazo (gracias a los estudios de caso único y la amnesia anterógrada generada por lesiones en esa estructura del cerebro).

Además de la división que se establece en función de la duración del almacenamiento de la información, se crearon otras clasificaciones basadas en el tipo de contenidos almacenados. Desde este enfoque se distingue entre:

- ▶ **Memoria declarativa:** contenidos que pueden hacerse conscientes y explícitos y que, por lo tanto, pueden verbalizarse y ser usados en el razonamiento.

- **Memoria implícita:** contenidos inconscientes, que **apenas pueden ser verbalizados y se refieren a la forma de realizar tareas.**

En el ámbito de la memoria declarativa, **se distingue** a su vez entre dos tipos de subalmacenes: la **memoria semántica** y la **memoria episódica**.

La **memoria semántica** se refiere a toda la **información que almacenamos que se basa en conocimientos atemporales**. Por ejemplo, que París es la capital de Francia. Es decir, la memoria semántica almacena **conocimiento sobre el mundo**, pero que **no está directamente relacionado con el sujeto**. Por otro lado, la **memoria episódica** almacena **contenidos que están directamente relacionados con hechos o sucesos relativos al propio sujeto**, y por lo tanto están **contextualizados temporal y espacialmente**. Por ejemplo, el recuerdo del primer beso.

Gracias al estudio de pacientes amnésicos y los avances en neuroimagen se sabe que **cada uno de los sistemas de memoria descritos tienen sustratos neurológicos diferentes**. Es decir, **hay áreas del cerebro especializadas en cada uno de estos tipos de almacenes de memoria**. La investigación actual se centra en comprender bien cómo funcionan estos diferentes tipos de memoria y cuál es la interrelación existente entre ellos y otras funciones cognitivas y afectivas.

9.3. Modelos de memoria operativa

En las teorías más actuales ya no se usa el concepto de **memoria a corto plazo**, ya que se ha ido **sustituyendo por** los modelos de **memoria operativa**.

Una de las primeras descripciones de este sistema es la de Atkinson y Shiffrin, que distinguen entre los siguientes componentes:

- ▶ **La memoria sensorial.**
- ▶ **La memoria a corto plazo.**
 - Ejecutivo central.
 - Lazo fonológico.
 - Agenda visuoespacial.
 - Retén episódico.
- ▶ **Memoria a largo plazo.**
 - Memoria declarativa (semántica y episódica).
 - Memoria procedimental.

La memoria a largo plazo se corresponde con los aspectos previamente analizados y **la memoria sensorial** se refiere a los **almacenes temporales** de memoria que tienen **los diferentes sentidos** (memoria ecoica para el oído, memoria icónica para la vista, etc.).

Centrándonos en el modelo de memoria operativa, nos interesa estudiar los componentes asociados a la memoria a corto plazo. Como veremos, **la memoria operativa** está directamente relacionada con el **procesamiento consciente de la información, el lenguaje y el pensamiento**. Por este motivo, en la actualidad, se usa el término de memoria operativa (quedando relegado el uso de la expresión de memoria a corto plazo, que no refleja el funcionamiento real de este sistema de memoria).

En realidad, cuando hablamos de **memoria operativa**, nos estamos refiriendo a un **complejo sistema de coordinación y gestión de recursos limitados** en el que se pueden distinguir diferentes funcionalidades o módulos encargados de **almacenar temporalmente la información y procesarla**. En cierto modo, además de otras funciones, la memoria operativa puede ser una puerta de entrada a la memoria a largo plazo.

En el famoso artículo de Miller (1956) se hacía referencia a la **limitada capacidad de almacenamiento de la memoria operativa**. Aunque los modelos descritos de memoria operativa son posteriores, se sigue manteniendo que la capacidad de almacenamiento de la memoria a corto plazo se sitúa en torno a los **siete elementos**. Además, como ya hemos mencionado anteriormente, la duración de ese almacenamiento es de unos pocos segundos (no siendo habitual que llegue al orden de minutos).

Veamos en detalle los **principales componentes de la memoria operativa**: el **ejecutivo central** se localiza en la **corteza prefrontal dorsolateral** y está relacionado con el **control de la atención y la selección de estrategias** para coordinar los otros módulos de la memoria operativa. También integra la información proveniente de diferentes modalidades sensoriales.

El **lazo fonológico** se localiza en la **corteza fronto-parieto-temporal izquierda** (en sujetos diestros) y está formado a su vez por dos subsistemas: el **almacén fonológico** y el **sistema de repetición articulada**. Su principal misión es la **retención de contenidos basados en codificación fonológica**.

La **agenda visoespacial** se localiza en ciertos **circuitos frontoparietales del hemisferio derecho** y se encarga del procesamiento espacial y visual.

Por último, el **retén episódico** (o *buffer episódico*) **se encarga de integrar los contenidos** provenientes del lazo fonológico y la agenda visoespacial, integrando la información verbal y espacial y **añadiendo la faceta episódica** al procesamiento. Aquí es donde se establecen las relaciones directas con la memoria a largo plazo.

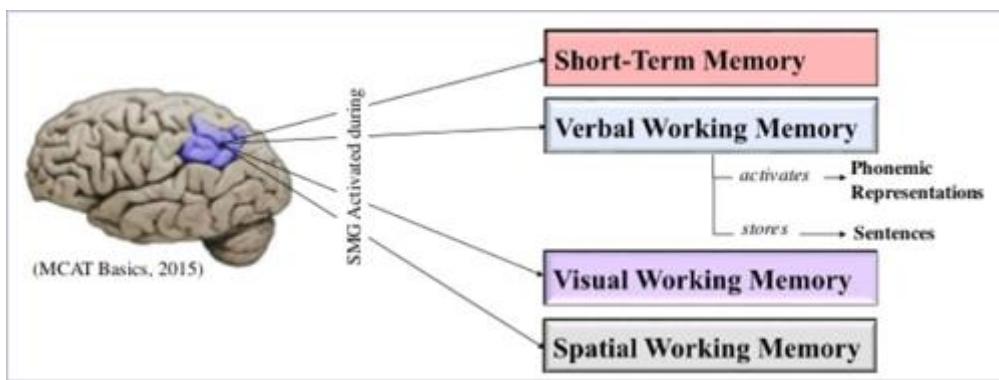


Figura 1. Áreas cerebrales involucradas en la memoria operativa.

Fuente: : <https://www.slideshare.net/OzellaBrundidge/neural-correlates-of-working-memory>

Para comprender mejor los procesos que corresponden al sistema de memoria operativa se pueden distinguir sus principales funciones: mantenimiento, manipulación, selección, control de inferencias y planificación de objetivos.

El proceso de mantenimiento consiste en conservar la información relevante durante la ausencia de cualquier otro estímulo distractor. En este proceso, el bucle fonológico mantendría la información verbal y la agenda visoespacial mantendría la información no verbal. La actividad neuronal que correlaciona con estos procesos se sitúa en áreas de la corteza parietal y frontal. Además, se distingue entre dos grandes circuitos, el fronto-parietal ventral para la información verbal y el fronto-parietal dorsal para la información espacial.

El proceso de selección se basa en la codificación y elección de los estímulos. Esta selección se produce en función de diversos criterios y cualidades de los mismos. Se asocian con este proceso zonas del área prefrontal dorsolateral (en tareas de selección de elementos) y el área prefrontal ventrolateral, el cíngulo anterior y la corteza parietal media (en tareas de localizaciones espaciales).

Los procesos de control de interferencias son necesarios para conservar la atención estable, dando una respuesta adaptativa y manteniendo los contenidos en memoria operativa durante el tiempo suficiente para lograr los objetivos. Son en definitiva procesos de inhibición de estímulos no relevantes para la tarea en curso. Esta

inhibición y cambio atencional se asocia al **cíngulo anterior** y su interrelación con la **corteza prefrontal dorsolateral**.

La **manipulación** es el proceso más complejo, ya que requiere recuperar, mantener, seleccionar y supervisar la información. Al ser un proceso tan complejo es difícil estudiarlo de forma aislada, aunque hay consenso acerca del correlato neuronal que se situaría en la **corteza prefrontal dorsolateral**.

Por último, la **planificación de objetivos** es necesaria para establecer un equilibrio entre la estimulación externa, las representaciones internas y la generación de respuestas (**conducta**). Como veremos en el tema dedicado a las funciones ejecutivas, todas estas funciones se asocian a la **corteza frontal**.

9.4. Memoria procedimental, semántica y episódica

Los sistemas de **memoria a largo plazo** se encargan de mantener indefinidamente la información relativa a conocimientos **procedimentales, semánticos y episódicos**. Tradicionalmente se mantiene la división en dos sistemas: la **memoria declarativa** y la **memoria no declarativa** (o procedural).

La **memoria procedimental** está directamente relacionada con la adquisición implícita (inconsciente) de **habilidades motoras**, como los efectos de facilitación (*priming*), los hábitos motores o el aprendizaje por condicionamientos asociativos. Desde el punto de vista neurobiológico, esta memoria se asocia principalmente con los **ganglios basales**, ya que se ha observado que las lesiones en estos centros provocan trastornos como el Parkinson o la corea de Huntington. El **cerebelo** también tiene un papel muy relevante en la memoria procedimental, siendo también el locus de habilidades sensoriomotoras.

Centrándonos ahora en la **memoria declarativa**, se sabe que está correlacionada con la activación de un conjunto de centros neuronales de **áreas temporo-diencefálicas**. Es decir, las redes de memoria **están distribuidas a lo largo de toda la corteza cerebral**, aunque se han detectado zonas cuya lesión producen claros déficits en la memoria a largo plazo.

Se ha identificado un circuito de codificación de la información que conecta el **área medial del lóbulo temporal**, las **regiones diencefálicas** y el **núcleo basal de Maynert**. Las regiones **temporo-mediales** se encargan de **recibir la información de todo el cerebro**, que proviene de los diferentes sistemas perceptivos. Estas **áreas de asociación** combinan la información supramodal en elementos integrados de una experiencia (multimodal). En las **zonas subcorticales**, la **amígdala** se encarga de **procesar los contenidos emocionales** y las **estructuras diencefálicas** se ocupan de **realizar una secuenciación temporal de los recuerdos**. Al parecer, las **regiones prefrontales** también juegan un papel importante, ofreciendo información contextual y gestionando las estrategias para el correcto aprendizaje/memorización (aunque podríamos considerar esta regulación como un proceso metacognitivo).

El modelo de asimetría hemisférica de codificación y recuperación (HERA) propone que **algunos tipos de memoria involucran a procesos de codificación del hemisferio izquierdo**, mientras que **los procesos de recuperación se sitúan en el hemisferio derecho** (esencialmente en regiones ventrales prefrontales). Sin embargo, investigaciones llevadas a cabo más recientemente demuestran que la actividad en el lado izquierdo durante la codificación **es simplemente más intensa**, pero que **intervienen también las áreas prefrontales ventrolaterales derechas** cuando la carga de memoria es alta. Además, la corteza izquierda también se activa durante la recuperación de información.

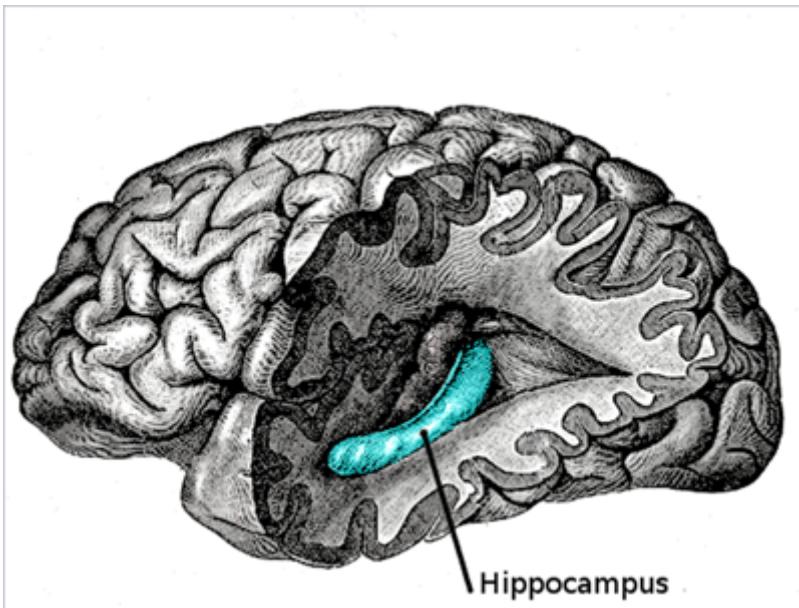


Figura 2: Localización del hipocampo en la parte medial del lóbulo temporal.

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3907047>

El **hipocampo** es otra de las estructuras neuronales que tiene un papel importante en la formación de memorias a largo plazo, especialmente en la **fijación** de las mismas y en la **recuperación** de contenidos episódicos y autobiográficos. Al hipocampo se le identifica como parte esencial de un sistema más amplio, como el descrito anteriormente, que implementa el **sistema de memoria declarativa**. El hipocampo sería el encargado de **detectar sucesos, lugares y estímulos novedosos**.

Las lesiones en el hipocampo producen diferentes formas de **amnesia**, tanto **anterógrada** (no poder fijar nuevas memorias a partir de la lesión), como **retrograda** (no poder recordar sucesos anteriores a la lesión). Se piensa, por lo tanto, que el hipocampo se encarga de la consolidación de los recuerdos en la memoria a largo plazo. También se sabe que las lesiones hipocampales no afectan a la memoria procedural (que como hemos visto está más relacionada con los ganglios basales y el cerebelo).

El funcionamiento detallado de la memoria semántica se estudiará en el tema dedicado a la categorización de los contenidos mentales y los modelos semánticos asociados.

Lo + recomendado

No dejes de leer

The cognitive neuroscience of human memory since HM

Squire, L. R. y Wixted, J. T. (2011). The cognitive neuroscience of human memory since HM. *Annual review of neuroscience*. 34, 259-288.

En este apartado podrás leer un interesante artículo sobre el estudio de la memoria humana.

Accede al artículo a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3192650/>

The magical number seven: Still magic after all these years

Baddeley, A. (abril, 1994). The magical number seven: Still magic after all these years. *Psychological Review*, 101(2), 353-356.



El *Número mágico siete* (Miller, 1956) da una explicación bellamente clara de la teoría de la información y demuestra cómo el concepto de capacidad de canal limitada se puede aplicar a través de un rango de dimensiones sensoriales. Sin embargo, su principal influencia no radica en esto, sino en la demostración de que la memoria inmediata es relativamente insensible a la cantidad de información por elemento. Al enfatizar la importancia de la recodificación de la información y desarrollar el

concepto de fragmentación, Miller estableció la agenda para la siguiente fase de la psicología cognitiva en la que los conceptos de procesamiento de la información iban más allá de los límites de la teoría de la información. Este artículo continúa siendo citado porque estas ideas subyacentes continúan siendo fructíferas.

No dejes de ver

Joshua Foer: Hazañas de la memoria que todos pueden alcanzar



Hay personas que pueden memorizar rápidamente listas de miles de números, el orden de todas las cartas en una baraja (¡o diez!) y mucho más. El escritor científico Joshua Foer describe esta técnica llamada el Palacio de la memoria y da cuenta de su más extraordinaria cualidad: cualquier persona puede aprender a usarla, incluyendo él mismo.

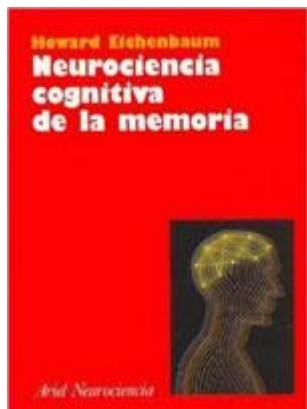
Accede al vídeo a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

https://www.ted.com/talks/joshua_foer_feats_of_memory_anyone_can_do?language=es

A fondo

Neurociencia cognitiva de la memoria

Eichenbaum, H. (2003). Neurociencia cognitiva de la memoria. Barcelona: Ariel.



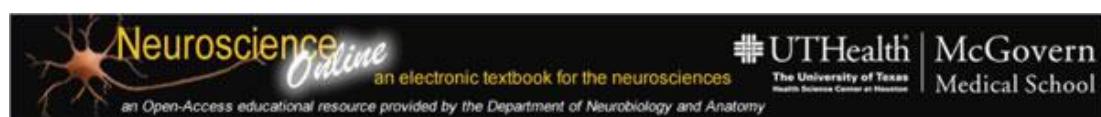
El libro da por sentados pocos conocimientos previos de biología o psicología, y pretende ser un texto para ser usado en cursos universitarios sobre memoria y ciencia cognitiva, y por titulados en neurociencia, ciencia cognitiva o biología. En este claro y comprensible libro de texto se expone a los estudiantes la extraordinaria capacidad de memoria del cerebro. Comienza con una historia de las ideas y las investigaciones sobre las bases biológicas de la memoria, haciendo hincapié en los descubrimientos llevados a cabo durante la Edad de Oro de la neurociencia, en torno al paso del siglo XIX y XX. Le sigue la exposición de nuestros conocimientos actuales sobre la neurobiología de la memoria, organizados en secciones que corresponden a los cuatro principales temas del libro.

Aprendizaje y memoria

Capítulo dedicado a la memoria de la revista electrónica de neurociencias del Departamento de Neurobiología y Anatomía de la Universidad de Texas.

El análisis de las bases anatómicas y físicas del aprendizaje y la memoria es uno de los grandes éxitos de la neurociencia moderna. Hace treinta años, poco se sabía sobre cómo funciona la memoria, pero ahora sabemos mucho. Este capítulo discutirá

cuatro cuestiones que son fundamentales para el aprendizaje y la memoria. Primero, ¿cuáles son los diferentes tipos de memoria? En segundo lugar, ¿en qué parte del cerebro se encuentra la memoria? Una posibilidad es que la memoria humana sea similar al chip de memoria en una computadora personal (PC), que almacena toda la memoria en una ubicación. Una segunda posibilidad es que nuestros recuerdos se distribuyan y almacenen en diferentes regiones del cerebro. En tercer lugar, ¿cómo funciona la memoria? ¿Qué tipos de cambios ocurren en el sistema nervioso cuando se forma y almacena una memoria, hay genes y proteínas particulares que están involucrados en la memoria, y cómo puede una memoria durar toda la vida? En cuarto lugar, el tema es importante para muchas personas, especialmente a medida que envejecemos: ¿cómo se puede mantener y mejorar la memoria y cómo se puede reparar cuando se rompe?



Accede a la página web a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<http://nba.uth.tmc.edu/neuroscience/s4/chapter07.html>

Bibliografía

Baddeley, A. (abril, 1994). The magical number seven: Still magic after all these years. *Psychological Review*, 101(2), 353-356.

Eichenbaum, H. (2003). *Neurociencia cognitiva de la memoria*. Barcelona: Ariel.

Miller, G. A. (1956). The magic number seven plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63, 91-97.

Squire, L. R. y Wixted, J. T. (2011). The cognitive neuroscience of human memory since HM. *Annual review of neuroscience*, 34, 259-288.



1. ¿Cuál es la escala de tiempo aproximada asociada a la memoria a corto plazo?
 - A. Milisegundo.
 - B. Segundos.
 - C. Horas.
 - D. Años.
2. En cuanto a las bases neurológicas de la memoria:
 - A. Se ha identificado un centro único de almacenamiento.
 - B. El almacenamiento y la recuperación ocurren en la amígdala.
 - C. El hipocampo es importante para la memoria a largo plazo
 - D. El hipocampo es importante para la memoria a corto plazo.
3. La memoria implícita se refiere a:
 - A. Contenidos inconscientes.
 - B. Contenidos verbales.
 - C. Contenidos episódicos.
 - D. Contenidos explícitos.
4. La memoria semántica y la memoria episódica:
 - A. Requieren principalmente la activación de los ganglios basales.
 - B. Son tipos de memoria no declarativa.
 - C. Son tipos de memoria procedimental.
 - D. Conforman la memoria declarativa.

- 5.** Los contenidos de la memoria episódica:
- A. Son no verbales.
 - B. Son descontextualizados.
 - C. Están contextualizados temporal y espacialmente.**
 - D. No se refieren al sujeto.
- 6.** ¿Cuál de los siguientes no es un componente de la memoria operativa?
- A. Agenda temporo-espacial.
 - B. Lazo fonológico.
 - C. Retén episódico.
 - D. Ejecutivo-central.**
- 7.** La memoria sensorial se refiere a:
- A. Memoria monomodal.
 - B. Memoria a largo plazo.
 - C. Memoria multimodal.**
 - D. Memoria de asociación.
- 8.** La corteza prefrontal dorsolateral está asociada con:
- A. El proceso de selección.
 - B. La memoria procedimental.
 - C. El aprendizaje asociativo emocional inconsciente.
 - D. La memoria no declarativa.**
- 9.** Las lesiones en los ganglios basales pueden provocar déficits en la:
- A. Memoria verbal.
 - B. Memoria declarativa.**
 - C. Memoria episódica.
 - D. Memoria procedimental.

10. La amígdala se encarga de:

- A. Procesar los contenidos emocionales.
- B. Filtrar los estímulos monomodales.
- C. Fijar la memoria explícita a largo plazo.
- D. La coordinación sensoriomotora fina.

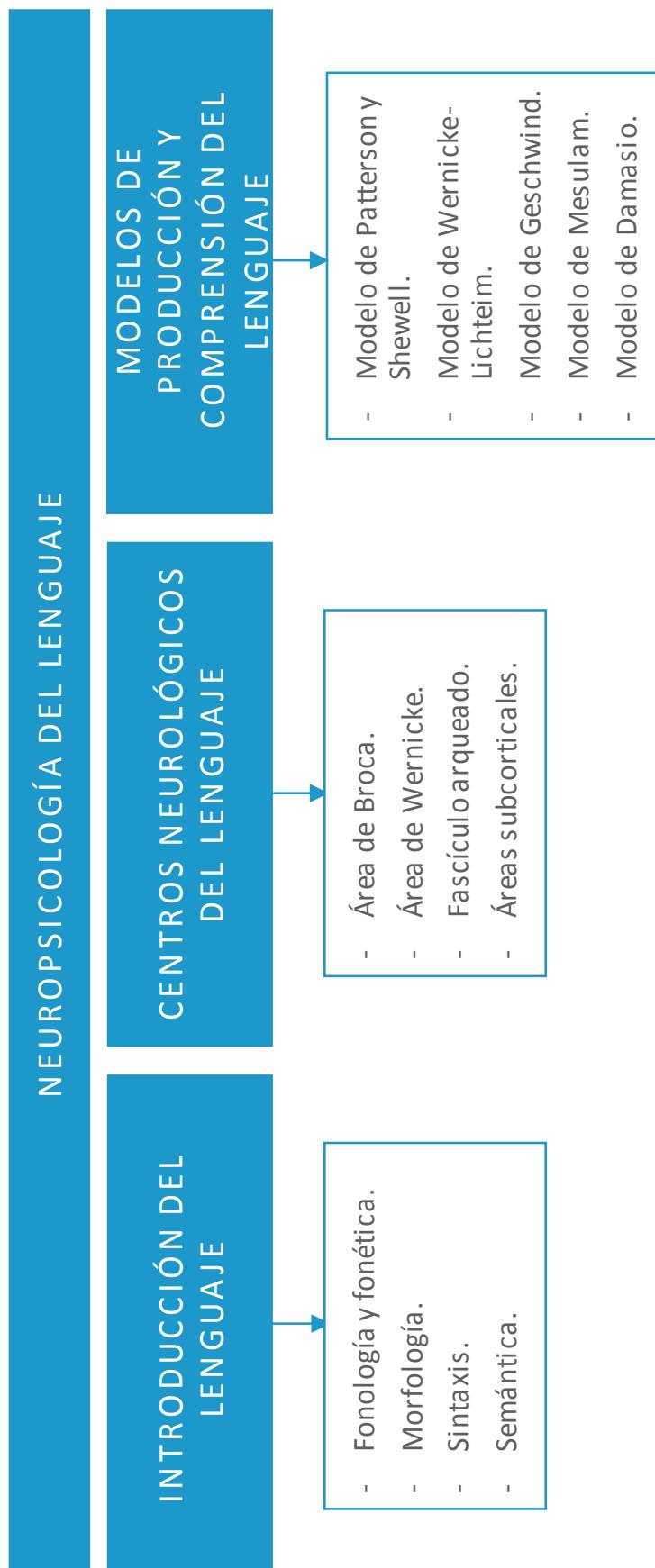
Neurociencia Cognitiva

Neuropsicología del lenguaje

Índice

Esquema	3
Ideas clave	4
10.1. ¿Cómo estudiar este tema?	4
10.2. Psicología del lenguaje	5
10.3. Centros neurológicos del lenguaje	7
10.4. Modelos de producción y comprensión del lenguaje	11
Lo + recomendado	13
+ Información	15
Test	17

Esquema



10.1. ¿Cómo estudiar este tema?

Para estudiar este tema lee las Ideas clave disponibles a continuación y el siguiente artículo: González, R. y Hornauer-Hughes, A. (2014). Cerebro y lenguaje. *Revista Hospital Clínico Universidad de Chile*, 25, 143-153.

Accede al artículo a través del aula virtual o de la siguiente dirección web:

<https://www.redclinica.cl/Portals/0/Users/014/14/14/Cerebro %20y lenguaje.pdf>

En este tema nos centramos en el lenguaje humano, analizando específicamente los correlatos neuronales que dan lugar al complejísimo proceso que implica tanto la comprensión como la producción del lenguaje.

Los principales objetivos de este tema son:

- ▶ Conocer los principales modelos explicativos de los procesos de lenguaje.
- ▶ Estudiar la relación entre pensamiento, memoria y lenguaje.
- ▶ Analizar el papel que juega la especialización hemisférica en los procesos cognitivos.
- ▶ Analizar los modelos de comprensión y producción del lenguaje derivados de los estudios neuropsicológicos.

Dado que el estudio del lenguaje se puede abordar desde múltiples facetas, es preciso indicar que el presente tema pone el foco en las bases neuronales del procesamiento lingüístico.

10.2. Psicología del lenguaje

En un primer acercamiento parecería que el lenguaje es un proceso bien conocido por los humanos y fácil de definir, pero lo cierto es que el lenguaje es uno de los fenómenos más complejos que se conocen y entrar en el detalle excede con creces los objetivos de este tema.

El lenguaje se relaciona con la **comunicación verbal**. Sabemos que existen otras formas de comunicación que no se basan en el lenguaje (la comunicación no verbal), pero también sabemos que la riqueza del conocimiento que se puede transmitir gracias al lenguaje es mucho más grande (es cierto que, en la comunicación humana, la parte no verbal transmite mucha información, pero es una información relativa a las emociones, actitudes, etc., mientras que el lenguaje verbal se centra en descripciones detalladas que transmiten **una información mucho más precisa**). También es cierto que se puede considerar que hay lenguajes que no son verbales, como los que usan otros animales o las personas signantes. Sin embargo, a efectos del presente tema, utilizaremos solo el contexto del lenguaje humano verbal, dejando al alumno el estudio autónomo de otras formas de lenguaje que existen en el planeta.

Una definición simplificada de lenguaje podría ser la siguiente: se trata de un **sistema complejo de reglas y símbolos** que permiten comunicarnos. Los **símbolos** que usa el lenguaje son las **palabras**. Las palabras son **objetos que representan a otros objetos**. Es decir, no hace falta tener una mesa delante para poder hablar sobre las mesas, gracias al lenguaje sirve con utilizar la palabra «mesa» en español. Las **reglas** indican la forma en la que se pueden usar las palabras **para construir frases**. Es decir, lo que llamamos **gramática**.

Lo cierto es que **no hay un consenso global** entre lingüistas, psicólogos, filósofos, etc. **acerca de lo que es el lenguaje**. De hecho, siguen existiendo grandes debates acerca del lenguaje de otros animales, la relación entre pensamiento y lenguaje, etc.

También se puede abordar el lenguaje desde **múltiples perspectivas**. Por ejemplo, desde el punto de vista del desarrollo podemos estudiar cómo los niños adquieren el lenguaje (y como los niños que no están expuestos al lenguaje tristemente no lo adquieren).

Al hablar del lenguaje verbal humano, tenemos que tener en cuenta una serie de aspectos que son de vital importancia y son los que vamos a analizar también desde el punto de vista neurobiológico. Al tratar el problema de la comprensión del lenguaje verbal tenemos que hablar de **sonidos**, del **significado de las palabras**, y de la **gramática**. Además, podemos considerar la **estructura del lenguaje** a diferentes niveles, así distinguimos entre:

- ▶ **Semántica**: estudio del **significado**.
- ▶ **Sintaxis**: estudio del **orden de las palabras** en una frase.
- ▶ **Morfología**: estudio de las **palabras** y como estas se forman.
- ▶ **Fonética**: estudio de los **sonidos del lenguaje**.
- ▶ **Fonología**: estudio del **uso de los sonidos** en el lenguaje.

La palabra se define como la **unidad del lenguaje**. Es decir, la unidad que por sí sola puede constituir una expresión completa (y está separada por espacios en el lenguaje escrito). Las palabras están constituidas por **sonidos, letras y sílabas**. Por ejemplo, la palabra «palabra» tiene tres sílabas y cinco sonidos diferentes. Las palabras también se pueden analizar por los **morfemas** que contienen. Por ejemplo, la palabra «casita» está formada por una raíz «cas-», que indica el significado, y un sufijo «-ita», que proporciona la idea de tamaño.

Las palabras se crean a partir de elementos más sencillos llamados morfemas. La **morfología inflexiva** se refiere a cambios que no alteran el significado de la palabra, mientras que la **morfología derivativa** se ocupa de los que sí. Un ejemplo de cambio inflexivo es «lápiz» que pasa a ser «lápices». Un ejemplo de cambio derivativo es «trabajo» que se convierte en «trabajador».

Se piensa que almacenamos las palabras en el cerebro en una especie de diccionario mental que contiene todas las palabras que sabemos usar y comprender. A este diccionario mental se le llama lexicón. El lexicón contiene toda la información que usamos sobre las palabras, es decir, sus sonidos, significado, apariencia escrita, función sintáctica, etc. Po tanto, el cerebro debe manejar la fonología, semántica, ortografía, etc. para ser competente en el uso del lenguaje. El lexicón de un adulto contiene en torno a 70 000 palabras (las estimaciones varían entre 15 000 y 150 000 palabras, aunque todos conocemos personas que hacen su vida normal usando menos de 1000 palabras, sobre todo los niños pequeños).

Gracias a este diccionario mental de palabras podemos realizar procesos de reconocimiento, al conocer una palabra se accede a toda la información relativa a ella (lo que significa, cómo se escribe, etc.). En este contexto hay muchos interrogantes abiertos: ¿cuál es la diferencia entre comprender un discurso y comprender una palabra? ¿Cómo se accede a las representaciones del lexicón? ¿Cómo sabemos si una palabra está almacenada o no?, etc.

Hay muchos otros aspectos sobre el lenguaje que merecen una atención especializada, pero que quedan fuera del alcance del presente tema. Por ejemplo, cómo ha evolucionado el lenguaje a lo largo de la historia de los humanos, cuáles son los mecanismos de adquisición del lenguaje, cuáles son las diferencias básicas entre diferentes idiomas, cuáles son los mejores métodos para estudiar el lenguaje, etc. A continuación, nos centraremos en las estructuras cerebrales que dan soporte a los procesos de producción y comprensión del lenguaje en los humanos.

10.3. Centros neurológicos del lenguaje

Existen diferentes zonas cerebrales bien identificadas y caracterizadas que se sabe están involucradas en los procesos de comprensión y producción del lenguaje. Estas áreas cerebrales se han identificado inicialmente gracias

al estudio de los pacientes con **afasia** y posteriormente en base a investigaciones con técnicas de **neuroimagen**.

Las estructuras relacionadas con el lenguaje se suelen hallar en el hemisferio izquierdo (en individuos diestros), a lo largo de la **cisura de Silvio** hasta la de **Rolando**.

Las funciones relacionadas con el lenguaje **se extienden en los cuatro lóbulos** (ya que aparecen separadas las áreas dedicadas a aspectos de generación, comprensión, lenguaje oral y lenguaje escrito).

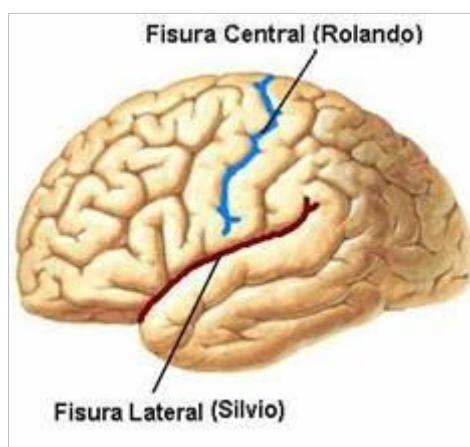


Figura 1. Situación de las cisuras de Silvio y de Rolando.

Fuente: <http://textosdepsicología.blogspot.com.es/2010/05/cortes-cerebrales.html>

Aunque tradicionalmente se solía pensar que toda la funcionalidad del lenguaje se hallaba en el **hemisferio izquierdo** (o hemisferio dominante), se ha demostrado que el **hemisferio derecho** también puede desarrollar tareas verbales, aunque más simples y automáticas (interjecciones emocionales involuntarias y estereotipadas).

En general, el hemisferio derecho se centra más en tareas de comprensión del lenguaje, y menos de producción del mismo.

En la terminación anterior del giro frontal (en el lóbulo frontal) se encuentra el **área de Broca**, que se encarga de la formulación verbal y la codificación de palabras. En la zona frontal de la cisura de Rolando se sitúa el **área motora primaria** que se encarga de los movimientos del aparato fonador. Por otro lado, en la parte posterior del giro frontal se localiza el control motor de la escritura.

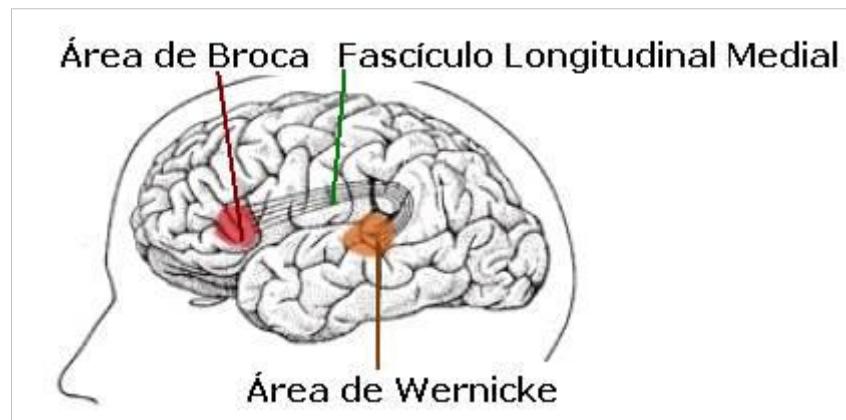


Figura 2. Localización de las áreas de Broca y Wernicke, así como el Fascículo Longitudinal Medial.

Fuente: <https://evolucionhumana.org/2011/03/05/5-tobias-y-las-areas-de-brocca-y-wernicke/>

La información auditiva se procesa en diversas áreas temporo-parietales. Los estímulos auditivos se reciben en el **giro de Heschl** (giro superior del lóbulo temporal), y el procesamiento fonológico, sintáctico, léxico y del lenguaje escrito ocurre también en áreas del **giro angular** y la **circunvolución supramarginal**. Esta zona se conecta con el área de Broca a través del **fascículo arqueado** (lo que permite la repetición de estímulos auditivos).

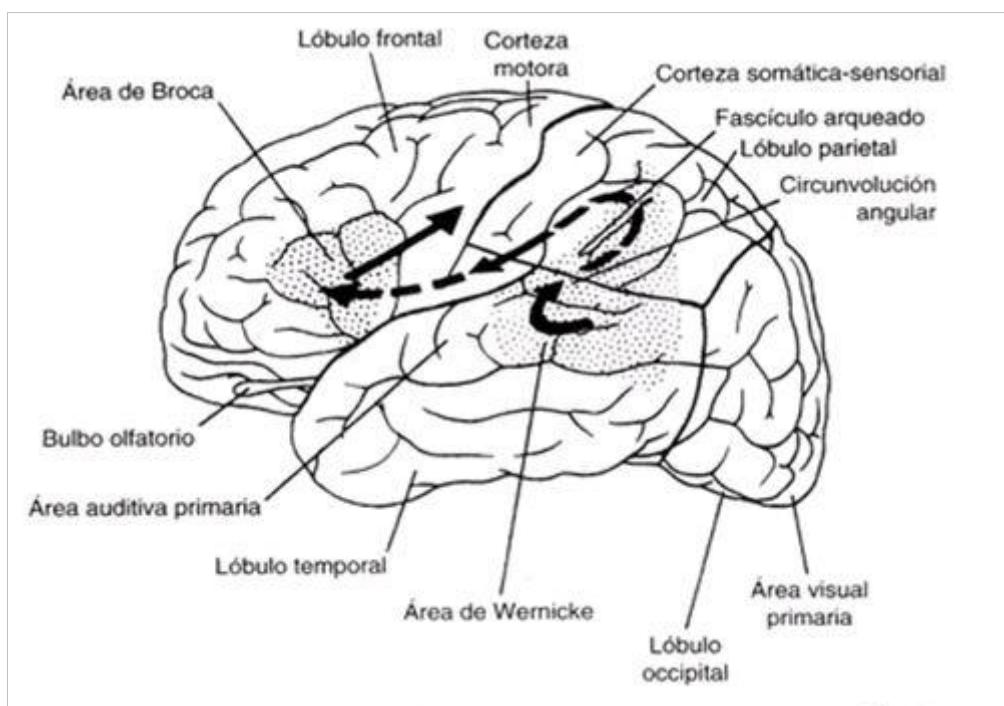


Figura 3. Localización de los principales centros corticales del lenguaje.

Fuente: <https://www.downclopedia.org/educacion/comunicacion-y-lenguaje/2994-las-bases-neurobiologicas-del-lenguaje-en-el-sindrome-de-down>

Como decíamos, el lenguaje involucra áreas extensas del cerebro: las áreas que ponen en comunicación las zonas de **procesamiento del habla y de la audición** se localizan en el **lóbulo parietal** (conexiones temporo-parietales), así como las zonas de **procesamiento visual necesario para la lectura**, que se encuentran en el **lóbulo occipital**.

A **nivel subcortical** también hay centros que juegan un papel importante en el lenguaje. El **área pulvinar** y el **núcleo lateral posterior izquierdo** del tálamo se asocian con la coordinación de las zonas corticales del lenguaje. Por otro lado, el **núcleo ventrolateral** y el **núcleo lateral** estarían relacionados con el ritmo de la producción verbal.

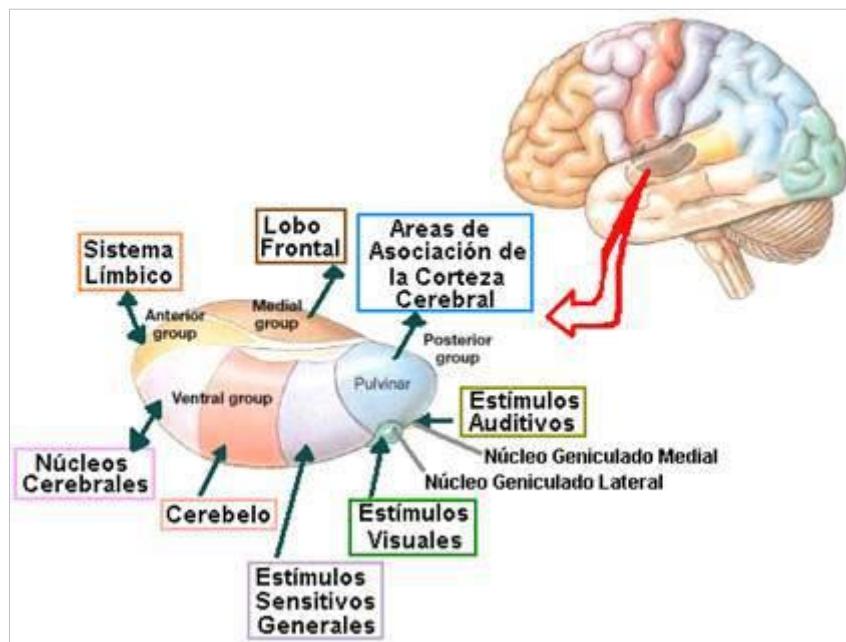


Figura 4. Núcleos del tálamo y zonas con las que conectan.

Fuente: <https://infolesioncerebral.wordpress.com/tag/arousal/>

10.4. Modelos de producción y comprensión del lenguaje

A lo largo de la historia de la neurociencia se han propuesto diversos modelos acerca del funcionamiento del lenguaje. A continuación, resumimos los principales modelos.

Uno de los **modelos** más generales y que se enmarca en el contexto de los correlatos neuronales estudiados anteriormente, es el **de Patterson y Shewell**, completado por Coltheart, Ellis y Young. De acuerdo con este modelo, el **procesamiento del lenguaje** **se divide en dos partes: una relativa al lenguaje oral y otra relativa al lenguaje escrito**. En el primer caso, el **sistema de percepción auditivo** reconoce los sonidos y después **un sistema auditivo-léxico** reconoce las palabras, que posteriormente asocian con su correspondiente significado en el **sistema semántico**. En el caso del lenguaje escrito, el **sistema perceptivo visual** identifica las letras y el **sistema de entrada visual-léxico** **reconoce las palabras**, que después se asocian con un significado gracias al **sistema semántico**. En cuanto a la producción del lenguaje, los sistemas de salida almacenan la fonología y la ortografía de las palabras.

El **modelo** más antiguo (del siglo XIX) es el **de Wernicke-Lichtheim**, en el que ya se diferencian dos **centros principales del lenguaje en el cerebro: un centro M** (área de Broca) **encargado del habla y la representación motora** y un **centro A** (área de Wernicke), **que se encarga del reconocimiento auditivo de las palabras**. Como sabemos, estos dos centros están conectados por el fascículo arqueado (cuya lesión provoca la afasia de conducción, que se caracteriza por impedir la repetición). En este modelo, además se plantea otro centro, el **centro B** o de los conceptos, que no se relaciona con un área específica del cerebro pero que estaría **conectado con los centros M y A**. La desconexión del centro B provoca afasia transcortical motora (desconexión B-M) o afasia transcortical sensoral (desconexión B-A).

El **modelo de Geschwind** se basa en el modelo de Wernicke-Lichtheim, pero está apoyado en más evidencia empírica. Según este modelo el **área de Broca** se encarga de la producción del habla y el **área de Wernicke** de la comprensión del lenguaje. Como ya hemos visto, ambos centros estarían conectados por el **fascículo arqueado**. Pero ahora, se añade una segunda vía de conexión, el **giro angular**, que transmite la información visual desde el lóbulo occipital al área de Wernicke. El área de Broca generaría la forma sonora de las palabras, que pasaría al área motora primaria que controla los movimientos del aparato fonador. En la lectura llegaría de las áreas de procesamiento visual al área de Wernicke a través del giro angular.

El **modelo de Mesulam** propone que la **comprensión y producción del lenguaje** depende de una red neuronal compleja y se basa en investigaciones realizadas con **técnicas de estimulación eléctrica**. Según este modelo, el área de **Broca**, además de la producción del habla también **procesaría la sintaxis**, y el área de **Wernicke**, además de la comprensión del lenguaje también jugaría un papel en la **selección de palabras**. La diferencia primordial con otros modelos es que considera áreas cerebrales más amplias para los centros de Broca y Wernicke.

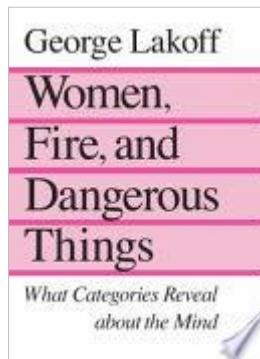
El **modelo de Damasio** no es específico del lenguaje, ya que pretende ser un modelo de funcionamiento general del cerebro basado en sistemas interactivos e interrelacionados. Este modelo describe los siguientes sistemas: el **sistema de conceptos** procesa la interacción con el medio y se encarga de planificar, recordar y **asociar conceptos**; tendría una representación bilateral en las áreas asociativas corticales más el sistema límbico y el hipocampo. El **sistema lingüístico** sería el encargado de **procesar el lenguaje con sus representaciones fonémicas y reglas sintácticas**. Por último, el **sistema intermedio** estaría a cargo de la conexión de los **dos sistemas anteriores** enlazando los conceptos con sus correspondientes palabras.

Lo + recomendado

No dejes de leer

Women, Fire, and Dangerous Things

Lakoff, G. (1987). *Women, Fire, and Dangerous Things*. Chicago: University of Chicago Press.



Este libro de George Lakoff se centra en los estudios sobre cómo los humanos categorizan objetos e ideas. Este clásico libro de ciencia cognitiva examina la nueva comprensión del pensamiento humano que propone que la razón humana es imaginativa, metafórica e intrínsecamente vinculada con el cuerpo humano.

No dejes de ver

El lenguaje está diseñado para engañarnos

Programa de Redes en el que se entrevista a Robert Kurzban sobre el lenguaje.



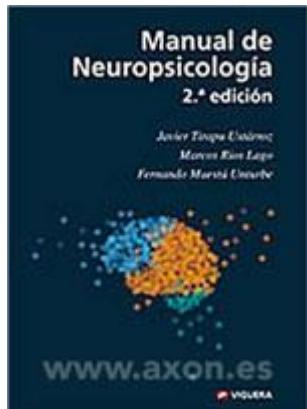
Accede al vídeo a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

https://www.youtube.com/watch?v=raE6LR3V_Zo

A fondo

Manual de Neuropsicología

Tirapu, J., Ríos, M. y Maestú, F. (2008). *Manual de neuropsicología*. Barcelona: Viguera Editores.



Segunda edición, revisada, actualizada y ampliada, del manual de neuropsicología de referencia en lengua castellana. De forma clara y pedagógica se expone tanto la neuropsicología de los procesos cognitivos (atención, memoria, lenguaje, funciones ejecutivas...) como las alteraciones neuropsicológicas observadas en distintos trastornos (esquizofrenia, daño cerebral, demencias, epilepsia...). El manual es un libro de lectura y consulta que será útil para los profesionales que ejercen la neuropsicología y para aquellos que se inician en su estudio. Los autores, en primera línea del ámbito clínico, docente e investigador, combinan magistralmente sus conocimientos para ofrecer una obra única de la neuropsicología moderna.

Accede al libro a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<http://www.axon.es/Axon/LibroFicha.asp?Libro=82395>

Mente y cerebro

VV. AA. (2003). Mente y Cerebro [Monografía]. Investigación y Ciencia, 5.

Los monográficos Mente y Cerebro de la revista Investigación y Ciencia incluyen a menudo artículos sobre la neurociencia del lenguaje, así como números especializados en el pensamiento y el lenguaje, como el correspondiente al enlace que aparece más abajo.

Procesamiento cerebral del lenguaje: ¿dónde procesa nuestro cerebro los elementos del lenguaje hablado? Las últimas investigaciones hablan de la activación secuencial de distintas regiones cerebrales, con una pauta temporal muy precisa.

Accede a la página web a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<https://www.investigacionyciencia.es/revistas/mente-y-cerebro/pensamiento-y-lenguaje-362>

Bibliografía

González, R. y Hornauer-Hughes, A. (2014). Cerebro y lenguaje. *Revista Hospital Clínico Universidad de Chile*, 25, 143-153.

Harley, T. A. (2009). La psicología del lenguaje: de los datos a la teoría. Madrid: McGraw-Hill.

Lakoff, G. (2008). Women, fire, and dangerous things. Chicago: University of Chicago press.

Tirapu, J., Ríos, M. y Maestú, F. (2008). *Manual de neuropsicología*. Barcelona: Viguera Editores.

Test

9

1. Las palabras son:

- A. Objetivos en sí mismas.
- B. Objetos no representacionales.
- C. Objetos que representan a otros objetos.
- D. Signos.

2. La semántica se ocupa de:

- A. El estudio del significado.
- B. El lenguaje no verbal.
- C. El orden de las palabras.
- D. La formación de las palabras.

3. La transformación de «pez» a «peces» es un ejemplo de:

- A. Morfología derivativa.
- B. Morfología numerativa.
- C. Morfología inflexiva.
- D. Morfología iterativa.

4. El lexicón de un adulto puede variar entre:

- A. Uno y diez alimentos.
- B. Diez y cien alimentos.
- C. Diez mil y doce mil elementos.
- D. Quince mil y ciento cincuenta mil elementos.

5. Las áreas cerebrales del lenguaje se han identificado gracias:

- A. Estudio de pacientes con afasia.
- B. Investigaciones con técnicas de neuroimagen.
- C. Investigaciones con estimulación eléctrica.
- D. Todas las anteriores son correctas.**

6. Las principales áreas del lenguaje se suelen localizar en:

- A. El hemisferio no dominante.
- B. El hemisferio dominante.**
- C. En ambos hemisferios del cerebelo.
- D. En ambos hemisferios del cerebro.

7. La lesión en el fascículo arqueado provoca:

- A. Afasia motora.
- B. Afasia sensorial.
- C. Afasia de conducción.**
- D. Afasia total.

8. A nivel subcortical:

- A. Algunos centros del tálamo juegan un papel en el lenguaje.**
- B. No hay áreas relacionadas con el lenguaje.
- C. Algunos centros de la amígdala juegan un papel en el lenguaje.
- D. Algunos centros del hipocampo juegan un papel en el lenguaje.

9. El centro A se describe en el modelo de:

- A. Damasio.
- B. Wernicke-Lichstein.**
- C. Mesulman.
- D. Geschwind.

10. En el modelo de Damasio, el sistema de conceptos se encarga de:

- A. Reconocer la ortografía.
- B. Generar los movimientos del habla.
- C. Procesar representaciones fonémicas.
- D. Planificar, recordar y asociar conceptos.

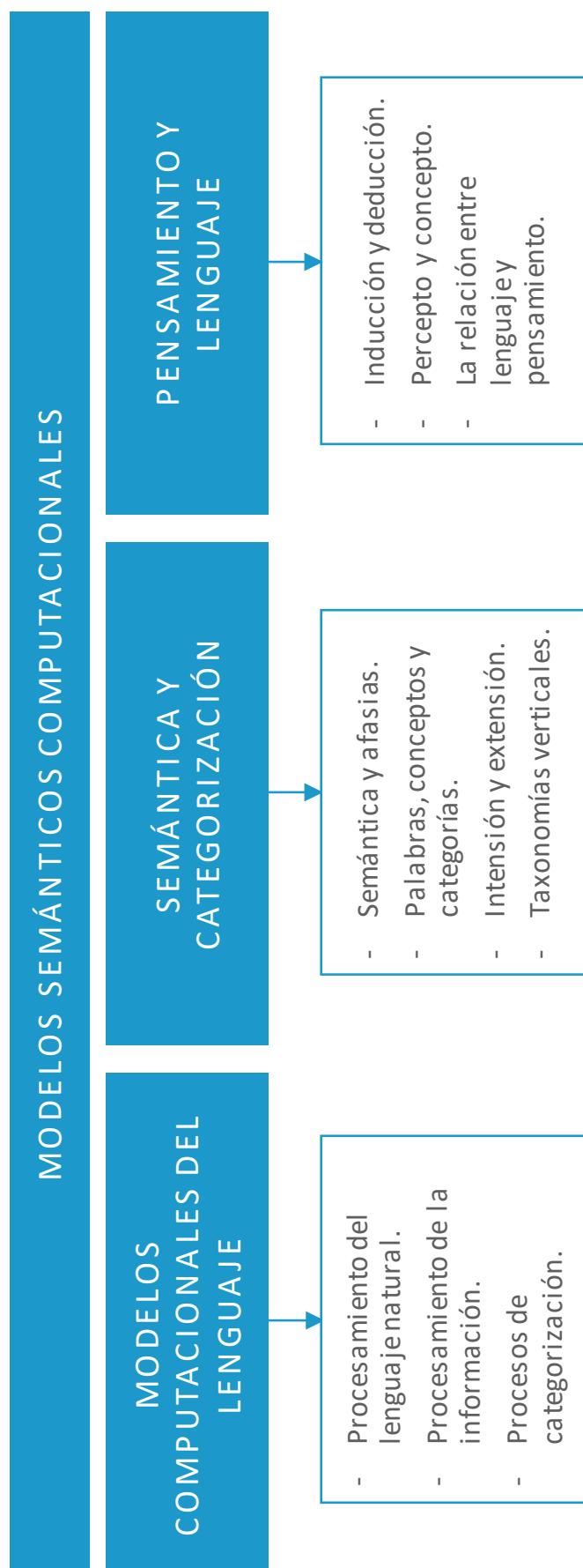
Neurociencia Cognitiva

Modelos semánticos computacionales

Índice

Esquema	3
Ideas clave	4
11.1. ¿Cómo estudiar este tema?	4
11.2. Modelos computacionales del lenguaje	5
11.3. Semántica y categorización	7
11.4. Razonamiento y lenguaje	11
Lo + recomendado	12
+ Información	14
Test	16

Esquema



11.1. ¿Cómo estudiar este tema?

Para estudiar este tema lee las Ideas clave disponibles a continuación y el siguiente artículo: Ramos, G. y López, A. (2015). La formación de conceptos: una comparación entre los enfoques cognitivista e histórico-cultural. *Educação e Pesquisa*, 41(3).

Accede al artículo a través del aula virtual o de la siguiente dirección web:

<http://www.scielo.br/pdf/ep/v41n3/1517-9702-ep-41-3-0615.pdf>

En este tema nos adentramos un poco más en los estudios relativos al lenguaje, esta vez desde una perspectiva más cognitiva y menos neurobiológica, centrándonos en la formación de significados a partir de las palabras y otras percepciones. Concretamente, estudiaremos la formación de conceptos y categorías en los humanos, así como estos procesos pueden modelarse en sistemas artificiales. Los objetivos de este tema están alineados íntegramente con los del tema anterior:

- ▶ Conocer los principales modelos computacionales del lenguaje.
- ▶ Comprender la diferencia entre los modelos computacionales y los modelos neurobiológicos del lenguaje.
- ▶ Analizar los procesos de categorización semántica, razonamiento y lenguaje.

En este tema además se puede analizar la interacción entre diferentes funciones mentales como es el lenguaje y el pensamiento. Los procesos de categorización ocurren a menudo mediados por el uso del lenguaje, lo cual dificulta estudiar lenguaje y pensamiento como si fueran fenómenos independientes.

11.2. Modelos computacionales del lenguaje

Aunque existen multitud de modelos computacionales orientados a las técnicas de **procesamiento de lenguaje natural**, aquí nos centraremos en los modelos que tienen una clara filosofía de bioinspiración.

En el ámbito de la neurociencia cognitiva se considera al cerebro como un **centro complejo de procesamiento de la información** que es capaz de **dar sentido** a los **datos provenientes de los sentidos**. En estos procesos el lenguaje juega un papel esencial, ya que a menudo, y sobre todo los adultos, **pensamos con palabras**. Es decir, comprendemos el mundo narrándolo, aunque sea a nosotros mismos. Estos procesos de comprensión del mundo que rodea a la persona se realizan mediante diferentes funciones. **Se dice que el cerebro humano está especialmente diseñado para clasificar, categorizar y conceptualizar**. En otras palabras, pensamiento y lenguaje tienen la capacidad de **etiquetar los objetos y los sucesos** del mundo en base a una serie de conceptos o categorías aprendidos.

Desde el punto de vista puramente computacional, los **procesos de categorización** se pueden basar en **sistemas de clasificación**, para los que se definen un conjunto de clases previamente definidas, y tras una fase de aprendizaje, el sistema es capaz de categorizar nuevos objetos (que nunca ha visto previamente). En cierta medida, estos sistemas artificiales funcionan de forma similar a como lo hacen los humanos cuando están **aprendiendo nuevas categorías**.

Por ejemplo, un niño que nunca ha visto antes un gato, pero que sí conoce bien la categoría «perro», la primera vez que vea un gato dirá que ese animal es un perro. Es decir, lo categorizará como animal y como perro, porque cumple con las características conocidas de la clase perro: tener cuatro patas, pelo, dos orejas, etc. Sin embargo, si un adulto le corrige y le indica que se trata de un gato, después de unos cuantos episodios de resistencia, el niño **no tendrá más remedio que generar**

una nueva categoría para los gatos, en la que incluya algunas características distintivas, como por ejemplo hacer «miau» y no hacer «guau».

El lenguaje juega un papel en todos estos procesos, pues la «etiqueta», es decir, la palabra, es el símbolo que se usa para determinar la identificación de una categoría, para comunicársela a los demás y para comunicársela a uno mismo. La mayoría de los modelos computacionales de categorización no usan un lenguaje complejo, sino que simplemente se limitan a usar etiquetas o códigos para cada una de las categorías que han de ser clasificadas. Sin embargo, en los sistemas más complejos, que persigan imitar los procesos cognitivos de los humanos, es necesario incorporar algún tipo de lenguaje que permita establecer narrativas sobre el mundo. Estas narrativas requieren necesariamente de categorías para poder generar un discurso abstracto y no «perderse» en los detalles.

Los sistemas que no son capaces de categorizar y se quedan en un mero análisis de las características de los objetos y eventos, se dice que son sistemas que se sobreajustan (*overfitting*). Es decir, no son capaces de abstraerse obteniendo categorías conceptuales, para ellos cada nuevo objeto es totalmente una entidad nueva.

Sin embargo, los sistemas que logran categorizar con éxito son capaces de generalizar y, aunque detecten la presencia de un nuevo objeto, son capaces de saber qué tipo de objeto es. Por ejemplo, un humano no necesita haber visto todas las sillas del mundo para poder decidir si un nuevo mueble que ve es una silla o no.

La ventaja de la categorización es que permite razonar en un entorno lleno de ruido y ambigüedad, y ante la presencia de objetos totalmente desconocidos, con el simple hecho de categorizarlos ya podemos obtener mucho conocimiento acerca de ellos. De hecho, cuando nos encontramos con una nueva silla que jamás hemos visto (incluso una de diseño sueco), somos capaces de inferir cómo se usa y qué tenemos que hacer para sentarnos en ella. Muchos sistemas artificiales adolecen de estas capacidades.

11.3. Semántica y categorización

Desde el punto de vista clínico y los estudios de caso único, el **estudio de las diferentes afasias** es interesante para entender cómo el cerebro **procesa el lenguaje y cómo se manejan los contenidos semánticos**, así como la derivación de categorías. De hecho, se sabe que **la afasia no es un síndrome homogéneo**, sino que en realidad lo interesante para nosotros en este tema es su variedad de manifestaciones, **ya que** el trastorno del lenguaje **dependerá de los diferentes subsistemas afectados**.

Siguiendo este razonamiento, **las lesiones en el sistema de análisis auditivo provocarán la sordera pura de palabras**, que es la incapacidad para reconocer el mensaje hablado, pese a que sí se oye y se reconocen otros aspectos de la señal de voz como el acento y el tono. **Las lesiones del sistema de entrada del léxico auditivo provocarán sordera para la forma de las palabras**, es decir, incapacidad para entender las palabras habladas. Así mismo, si se produce una **lesión en el sistema semántico**, se producirá una **sordera para el significado de las palabras**. Este tipo de sordera implica que no se comprenden las palabras habladas, pero sí se pueden repetir y comprenderlas de forma escrita. Otras alteraciones de este **sistema semántico** provocarán la **afasia semántica**, que implica una dificultad en la comprensión y producción del lenguaje. **Cuando el problema se encuentra en la conexión del sistema semántico con otros sistemas**, aparecen otro tipo de afasias, **como la anomia fonológica** (léxico pobre y circunloquios) y **la jergafasia** (dificultad para recuperar palabras y uso compensatorio de neologismos).

En general, existen muchas formas de afasia que ponen de manifiesto las posibles alteraciones que pueden existir en cada uno de los **módulos del procesamiento del lenguaje o la conexión entre los mismos**. Lo interesante desde el punto de vista de la categorización es que **el sistema semántico es clave para el uso de conceptos** en el lenguaje y que pueda aparecer un pensamiento complejo en el sujeto. Es decir, **existe una disociación entre percepción del lenguaje, producción del lenguaje y**

manejo del significado del lenguaje. Obviamente estas tres funciones están muy relacionadas, pero las diferentes lesiones cerebrales ponen de manifiesto que se pueden disociar dando lugar a todo tipo de cuadros clínicos relacionados con el uso del lenguaje.

Para seguir avanzando en este campo es preciso **distinguir entre palabras, conceptos y categorías** puras. Las categorías lógicas se mencionan ya en la filosofía griega y han sido abordadas por muchos otros filósofos a lo largo de la historia (por ejemplo, en la *Crítica de la Razón Pura* de Kant). Para **Kant existe un registro de categorías o conceptos puros** (que son distintas de los conceptos empíricos). **Las categorías son por lo tanto una condición de posibilidad de toda experiencia empírica posible.** Y ahí radica su potencia, ya que nos permiten hablar y razonar sobre toda una variedad de posibles objetos y sucesos sin necesidad de haberlos experimentado previamente. Por eso se dice que las categorías son conceptos *a priori* de toda experiencia.

Por otro lado, **Hegel opina que el hombre piensa en categorías, o incluso son las categorías las que piensan en él.** Es decir, que **el uso de las categorías es inconsciente** y determinan en gran medida nuestra forma de pensar (algo similar al concepto de prejuicio o creencia nuclear).

Lo interesante de estas disquisiciones filosóficas es que palabras, conceptos y categorías se integran en el uso del lenguaje, aunque también es posible identificar sus diferencias específicas. Estos aspectos son de importancia en el diseño de sistemas artificiales que usen el lenguaje, pues han de enfrentarse a los mismos retos que el lenguaje natural empleado por los humanos.

Desde el punto de vista del desarrollo, **el enfoque piagetiano del desarrollo implica también un desarrollo de la categorización**, centrado en el **aprendizaje del niño en la captación de semejanzas y diferencias** en los objetos y sucesos de su entorno. En este ámbito se caracterizan los conceptos como conjuntos y subconjuntos incluidos en una jerarquía o taxonomía.

Además, los conceptos tienen dos componentes principales: intensional y extensional. La intensión hace referencia a el conjunto de características que definen una clase, así como el criterio para decidir si un objeto es miembro o no de una clase. Por otro lado, la extensión del concepto se refiere al conjunto de objetos que son miembro de esa clase. Todo esto implica que se puede categorizar bien intensionalmente o extensionalmente.

Para hacer una clasificación por intensión, uno ha de conocer los rasgos definitorios, es decir, las características que comparten todos los miembros de una clase. Aquí cabe distinguir entre rasgos suficientes y necesarios. En este sentido, los conceptos serían la representación del conjunto de rasgos definitorios que se asocian a una categoría.

Según la teoría de la categorización natural de Rosch los estudios anteriores, como los de Piaget están referidos a conceptos artificiales y carecen de validez ecológica. Para Rosch las categorías y conceptos naturales, tal y como se forman espontáneamente, siguen dos principios básicos:

- ▶ Los fenómenos observados presentan una estructura correlacional, no aleatoria. Es decir, ciertas propiedades tienden a aparecer juntas (tener cuatro patas y pelo), mientras que otras raramente mantienen alguna relación.
- ▶ El sistema cognitivo de los humanos está diseñado para captar estructuras naturales, reduciendo así la posible variabilidad del universo y enfocando la percepción en unas categorías específicas de equivalencia.

Tanto las teorías clásicas como la de Piaget, como las teorías probabilísticas como la de Rosch, están de acuerdo en que **los conceptos se organizan verticalmente**. Es decir, hay una dimensión vertical en la organización taxonómica con relaciones de inclusión jerárquica. **Según Rosch, tendríamos tres niveles:**

- ▶ El nivel supraordenado: el más general (por ejemplo, mueble).
- ▶ El nivel intermedio: el básico (por ejemplo, silla).
- ▶ El nivel subordinado: el más particular (por ejemplo, silla de cocina).

El nivel básico sería en el que las categorías se definen en términos de prototipos.

Este nivel también sería por el que los niños comienzan a aprender las categorías.

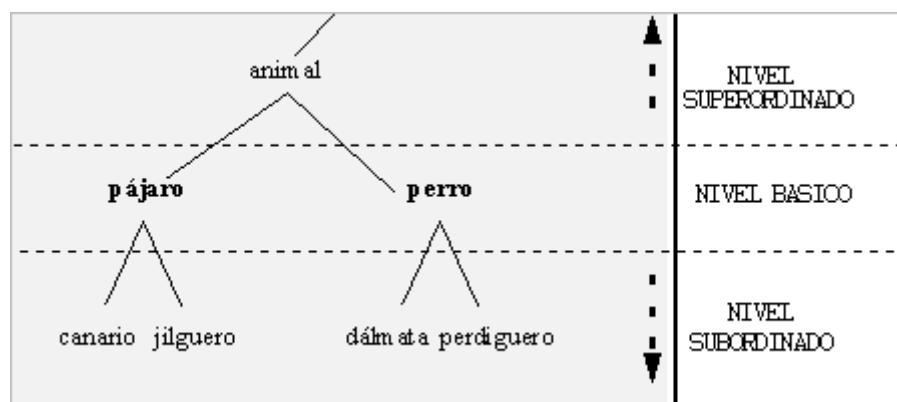


Figura 1. Ejemplo de niveles de categorización.

Fuente: <http://elies.rediris.es/elies8/cap2-2.html>

También común a las teorías clásicas y las probabilísticas es el énfasis en la **semejanza perceptiva** como fuente principal de información para los procesos de categorización. Sin embargo, **según Mandler, la relación entre los planos perceptivo y conceptual supone un problema ya que sería posible la formación de categorías meramente perceptivas y no conceptuales.** Es decir, sería preciso distinguir entre lo que las cosas «parecen ser» y lo que las cosas «son» (que es lo que representan las categorías conceptuales). Esto es importante, porque son las categorías conceptuales las que están directamente relacionadas con la semántica y por lo tanto con el pensamiento.

11.4. Razonamiento y lenguaje

Como sabemos, la incorporación del **sistema semántico** en los procesos relativos al lenguaje tiene un impacto muy importante en el razonamiento. A continuación, analizaremos algunos de los aspectos que relacionan directamente los procesos de **pensamiento y de lenguaje**.

Uno de los roles principales de las **categorías conceptuales** es la de posibilitar la **inferencia inductiva**, proporcionando una gestión económica del conocimiento en base a un número limitado de ejemplares observados. Los mecanismos de inducción permiten construir ideas abstractas a partir de ejemplos concretos (lo contrario o complementario sería la deducción, que permite llegar a conocimientos concretos a partir de reglas abstractas). Normalmente hablamos de **generalización** para referirnos a los procesos inductivos.

En este ámbito también se puede distinguir entre **percepto y concepto**. Los perceptos estarían más relacionados con las construcciones perceptivas de carácter implícito (procedimental e inconsciente). Los perceptos serían puramente intensionales en el sentido de que simplemente agregan características perceptivas, aunque permitiendo finas discriminaciones. Estos serían los procesos que aparecen inicialmente en el desarrollo humano, dando lugar más tarde a procesos de más alto nivel relacionados con los aspectos extensionales (es decir, la aparición de **significados abstractos**).

Lo + recomendado

No dejes de leer

La relación entre lenguaje y pensamiento de Vigotsky en el desarrollo de la psicolingüística moderna

Álvarez, C. J. (2010). La relación entre lenguaje y pensamiento de Vigotsky en el desarrollo de la psicolingüística moderna. *Revista de Lingüística moderna*, 48(2), 13-32.

Las teorías de Lev Vigotsky sobre las relaciones entre pensamiento y lenguaje han tenido una gran importancia dentro de la psicología contemporánea, sobre todo en el campo de la psicología evolutiva. Sin embargo, resulta sorprendente la ausencia de su figura y sus planteamientos en los textos de ciencia cognitiva en general y de psicolingüística en particular, quizás por el origen mayoritariamente anglosajón de las mismas. Este hecho es llamativo teniendo en cuenta que estas disciplinas son las encargadas de estudiar tanto la cognición como el lenguaje, siendo la relación entre ambas un tema clásico de investigación y debate, tal y como lo fue en el pensamiento vigotskyano. El presente artículo analiza la vigencia de la teoría de Vigotsky en los comienzos y desarrollo de la psicolingüística cognitiva moderna, atendiendo a las teorías e investigaciones relativas a los trabajos comparados, al estudio de primates no humanos, al campo de la evolución del lenguaje y a las disociaciones neuropsicológicas entre cognición y lenguaje.

Accede al artículo a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-48832010000200002

No dejes de ver

Afasia. Perder el lenguaje, perder la identidad

A pesar de su alta prevalencia, la afasia es un trastorno muy desconocido para el gran público que consiste en la pérdida total o parcial del lenguaje debido a una lesión cerebral que dificulta o impide al afectado cualquier tipo de comunicación: hablar, comprender, leer, escribir... Visitamos la Unidad de Neurología Cognitiva y Afasia integrada en el Centro de Investigaciones Médico Sanitarias de la Universidad de Málaga, un laboratorio de referencia internacional que trabaja en la recuperación de los pacientes afásicos a través de un tratamiento pionero que combina la terapia farmacológica y logopédica.



Accede al vídeo a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<https://www.youtube.com/watch?v=19NnwR-Y39s>

Webgrafía

Computational Linguistics

La entrada sobre lingüística computacional de la *Enciclopedia de Filosofía* de Stanford contiene multitud de recursos, enlaces, bibliografía y definiciones sobre los modelos computacionales del lenguaje.



Stanford Encyclopedia of Philosophy

Accede a la página web a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<https://plato.stanford.edu/entries/computational-linguistics/>

Qué es la psicolingüística

Artículo especializado con recursos adicionales sobre la psicolingüística.



Accede a la página web a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<http://revistamito.com/que-es-la-psicolinguistica/>

Bibliografía

- Álvarez, C. J. (2010). La relación entre lenguaje y pensamiento de Vigotsky en el desarrollo de la psicolingüística moderna. RLA. *Revista de lingüística teórica y aplicada*, 48(2), 13-32.
- González, R. y Hornauer-Hughes, A. (2014). Cerebro y lenguaje. *Revista Hospital Clínico Universidad de Chile*, 25, 143-153.
- Harley, T. A. (2009). *La psicología del lenguaje: de los datos a la teoría*. Madrid: McGraw-Hill.
- Lakoff, G. (2008). *Women, fire, and dangerous things*. Chicago: University of Chicago press.
- Ramos, G. y López, A. (2015). La formación de conceptos: una comparación entre los enfoques cognitivista y histórico-cultural. *Educação e Pesquisa*, 41(3).
- Tirapu, J., Ríos, M. y Maestú, F. (2008). *Manual de neuropsicología*. Barcelona: Viguera Editores.

1. Pensamiento y lenguaje:

- A. Son la misma cosa.
- B. No tienen ninguna relación.
- C. Ambas cosas se localizan en centros concretos del cerebro.
- *D. Están muy relacionados.**

2. Las palabras son:

- A. Signos.
- *B. Símbolos.**
- C. Relaciones.
- D. A y C son correctas.

3. Los sistemas que no son capaces de categorizar porque se quedan en un mero análisis de las características de los objetos, se dice que:

- *A. Sobre-ajustan.**
- B. Infra-categorizan.
- C. Sobre-generalizan.
- D. Abstraen el conocimiento.

4. La jergafasia aparece cuando hay una lesión:

- A. En el sistema semántico.
- B. En el sistema de entrada.
- *C. En la conexión del sistema semántico con otros sistemas.**
- D. En la conexión del área de Broca con el área de Wernicke.

5. Categorías y conceptos:

- A. Son exactamente lo mismo.
- B. Para Kant eran lo mismo.
- *C. Para Kant eran diferentes.**
- D. No tienen relación.

6. Según Hegel, el uso de las categorías:

- A. No influye en nuestra forma de pensar.
- *B. Determina nuestra forma de pensar.**
- C. Es consciente.
- D. Es ajeno al lenguaje.

7. La intención hace referencia a:

- A. Las categorías subordinadas.
- B. Las clases de un mismo nivel jerárquico.
- C. Los prototipos de una clase.
- *D. El conjunto de características de una clase.**

8. Las características que comparte todos los miembros de una clase son:

- A. Rasgos extensionales.
- *B. Rasgos definitorios.**
- C. Todos suficientes.
- D. Supraordenados.

9. El concepto «atornillador de impacto» pertenece al:

- A. Nivel intermedio
- *B. Nivel subordinado.**
- C. Nivel supraordenado.
- D. Nivel subordenado.

10. Los procesos inductivos:

- A. Son iguales que los deductivos.
- *B. No proporcionan una generalización.
- C. Proporcionan una gestión económica del conocimiento.
- D. Aparecen tardíamente en el desarrollo humano.

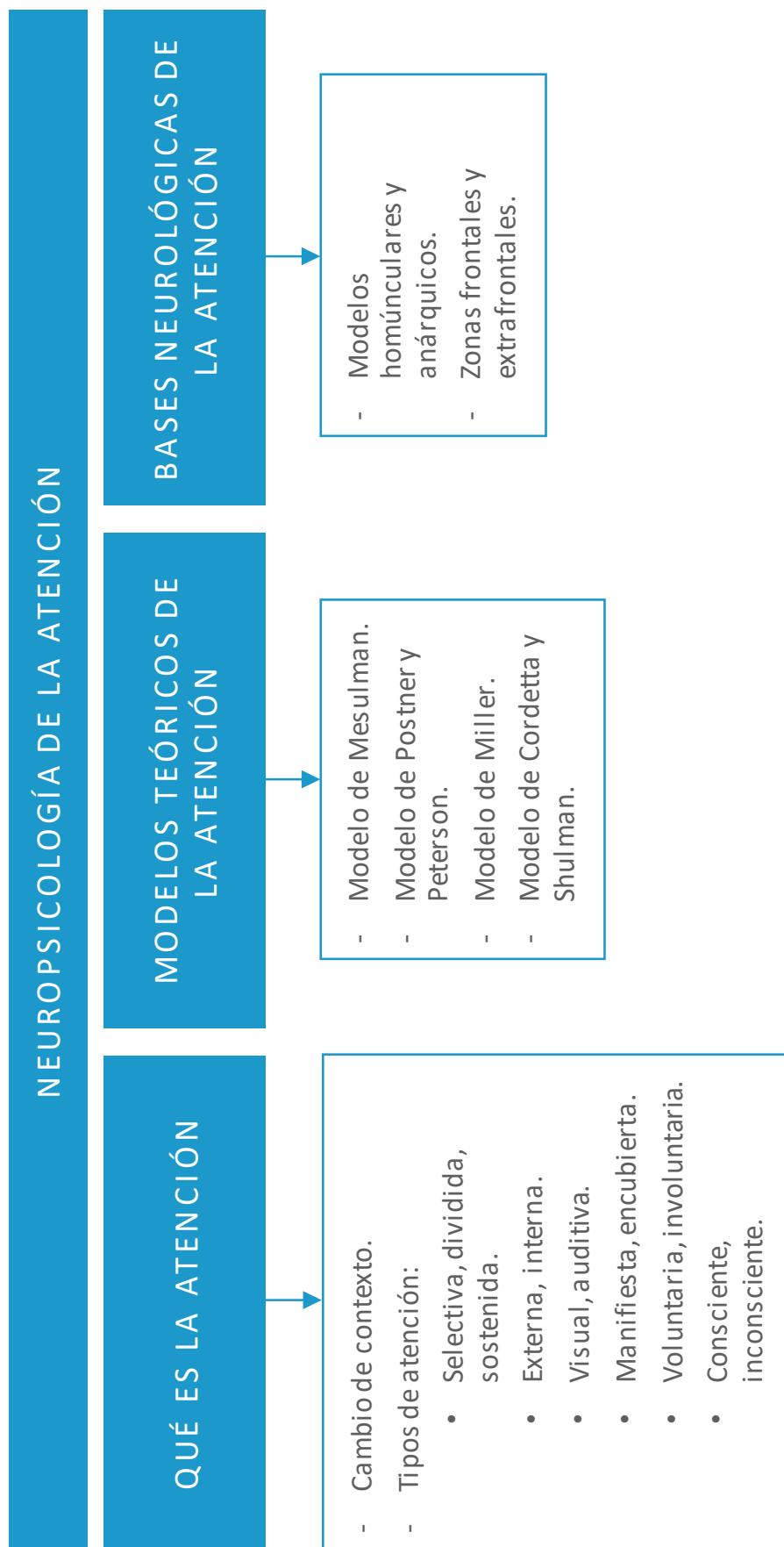
Neurociencia Cognitiva

Neuropsicología de la atención

Índice

Esquema	3
Ideas clave	4
12.1. ¿Cómo estudiar este tema?	4
12.2. Atención y cambio de contexto	5
12.3. Modelos teóricos de la atención	7
1.4. Bases neurológicas de la atención	10
Lo + recomendado	13
+ Información	15
Actividades	¡Error! Marcador no definido.
Test	17

Esquema



12.1. ¿Cómo estudiar este tema?

Para estudiar este tema lee las Ideas clave disponibles a continuación y el siguiente artículo: Colmenero, J. M., Catena, A. y Fuentes, L. J. (2001). Atención visual: Una revisión sobre las redes atencionales del cerebro. *Anales de psicología*, 17(1), 45-67.

Accede al artículo a través del aula virtual o de la siguiente dirección web:

https://www.researchgate.net/profile/Luis_Fuentes3/publication/40219860_Atencion_visual_una_revision_sobre_las_redes_atencionales_del_cerebro/links/556c1a7c08aeccd7773a252a/Atencion-visual-una-revision-sobre-las-redes-atencionales-del-cerebro.pdf

En este tema nos adentramos en el mecanismo de atención, caracterizándolo, definiéndolo y analizando su aporte al resto de funciones cognitivas. La atención es un proceso psicológico complejo cuya comprensión detallada aún está sujeta a múltiples debates.

No obstante, ya contamos con teorías establecidas que al menos proporcionan un consenso científico común sobre algunos aspectos. Así mismo, gracias a las técnicas de neuroimagen y al estudio de los casos clínicos con problemas de atención, también conocemos con bastante detalle los correlatos neuronales de la atención. Los principales objetivos de este tema son:

- ▶ Comprender la función que desempeña el proceso de atención.
- ▶ Conocer la necesidad de contar con mecanismos de cambio de contexto en los sistemas cognitivos.

Iniciaremos el tema con los conceptos básicos teóricos con respecto a la atención, para pasar posteriormente a describir los principales centros neuronales involucrados en este proceso mental.

12.2. Atención y cambio de contexto

La atención es un mecanismo de vital importancia en relación con el resto de procesos psicológicos. La atención **ocupa un lugar central** ya que regula la **realización de diversas tareas, tanto mentales como físicas**. La memoria, la percepción, el lenguaje, la coordinación motora, etc. dependen claramente de los mecanismos de atención. Cuando el cerebro tiene que realizar **varias tareas de forma simultánea** o tiene que minimizar el **efecto de las interferencias** durante la ejecución de una tarea requiere los servicios de la atención.

Dada la complejidad del concepto de atención, en realidad no contamos con un constructo unitario para definirla. Aunque existen definiciones generales de la atención, es habitual distinguir entre **diferentes características y diferentes modos atencionales**. No obstante, podemos definir la **atención** como la **capacidad de concentrarse en un subconjunto específico de la estimulación ambiental** disponible, lo que proporciona una dirección clara para la acción y la percepción.

Dado que la atención está en constante interacción con otras funciones cognitivas, no podemos considerarla como un proceso autónomo, sino que hay que describirla en términos de interacción con la percepción, la memoria, la planificación de tareas, etc. Por lo tanto, queda claro que la atención no existe en el vacío, es decir, no puede definirse como un proceso independiente.

El concepto de **cambio de contexto** se refiere al mecanismo necesario para cambiar de una tarea a la siguiente. Es decir, cuando se está realizando una tarea concreta A, la mente debe mantener activos una serie de contenidos y recursos correspondientes a la tarea A. Sin embargo, para pasar a realizar una tarea B es necesario activar otro

conjunto diferente de recursos y contenidos concernientes a B. Como sabemos por experiencia propia, el cambio de contexto puede convertirse en un coste bastante significativo y una fuente de agotamiento si nos obligan a realizarlo muy frecuentemente.

Por otro lado, suele haber cierta **confusión entre la conciencia y la atención**. Aunque ambos conceptos están claramente relacionados, no son lo mismo. Lo que ocurre es que **los contenidos sobre los que se presta atención suelen convertirse en contenidos conscientes de la mente**, mientras que los contenidos a los que se presta menos atención no suelen pasar el **umbral de la conciencia**.

Como veremos a continuación, dependiendo del paradigma de estudio y las tareas analizadas se puede distinguir entre **diferentes tipos de atención** (así como también se distingue entre diferentes tipos de conciencia). La atención, además, puede ser caracterizada no solo como un interruptor binario del tipo atención/no atención. Sino que también **puede considerarse la atención como un fenómeno gradual**, de forma que se pueda prestar más o menos atención a un determinado objeto. Desde este punto de vista se maneja el concepto de **profundidad de procesamiento**. En otras palabras, **los contenidos sobre los que se presta más atención se procesan más que los contenidos sobre los que se presta menos atención**.

Dado que es complicado definir lo que es la atención, se han propuesto modelos que se centran en **los objetivos y los beneficios** que aportan los mecanismos atencionales. Según **LaBerge**, los **principales beneficios y objetivos de la atención serían**:

- ▶ **La precisión:** que se obtiene al seleccionar los **estímulos más relevantes para la tarea en curso**.
- ▶ **La rapidez:** que permite detectar antes los estímulos que están siendo esperados gracias a procesos preparatorios (*priming*).
- ▶ **La continuidad:** que permite **mantener la atención incluso ante la presencia de estímulos potencialmente distractores**.

También existe consenso en cuanto a la existencia de tres componentes de relativa independencia que harían posible la obtención de los mencionados beneficios:

- ▶ Mecanismo de selección: permite afrontar la complejidad del medio sin tener que procesar toda la información que llega al organismo (gracias a procesos de facilitación e inhibición).
- ▶ Mecanismo de vigilancia: asegura que haya una inercia en el foco de atención y, por lo tanto, se mantengan en el tiempo la realización de las tareas con cierta resistencia a las distracciones.
- ▶ Mecanismo de control: permite el cambio de contexto, retomando tareas que antes se han interrumpido o ejecutar tareas de forma paralela.

Los objetivos y los mecanismos básicos identificados en la atención proporcionan una base consensuada para el estudio de la misma. Sin embargo, como veremos a continuación, al entrar en el detalle de cada una de las tareas analizadas aparecen más dimensiones y resultados de investigación que ponen de manifiesto que la complejidad de los procesos atencionales es mucho mayor.

12.3. Modelos teóricos de la atención

Los enfoques teóricos sobre la atención están sometidos a múltiples controversias y debates. Por ejemplo, hay teorías que sustentan que la atención es en realidad un efecto, como contraposición a ser un proceso causal. Esto hace que sea complicado definir la atención como un proceso cognitivo y es habitual que se hable de **mecanismos atencionales** (más que de procesos de atención). Es decir, serían **mecanismos que operan en interrelación con otros**

procesos cognitivos o dicho de otro modo: la atención es una función que aparece distribuida entre el resto de los procesos cognitivos.

La atención se ha estudiado desde múltiples perspectivas. Básicamente existen dos enfoques: el **enfoque conductual** y el **enfoque neurocientífico**. El primero se basa en observar los resultados de los sujetos sometidos a diversas tareas atencionales, mientras que el segundo se basa en las técnicas de neuroimagen y los estudios clínicos de caso único.

Dada la complejidad de los mecanismos de atención, estos se estudian diferenciando diferentes tipos de atención en base a diferentes criterios.

En base a los mecanismos implicados se distingue entre **atención selectiva**, **atención dividida** y **atención sostenida**. La **atención selectiva** se refiere a la capacidad de concentrarse en un único elemento. La **atención dividida** se refiere a la capacidad de realizar dos tareas diferentes al mismo tiempo (intercalándolas) y la **atención sostenida** se refiere a la capacidad de mantener el foco atencional durante un período de tiempo.

Desde el punto de vista del objeto al que se presta atención se puede distinguir entre **atención externa** y **atención interna**, dependiendo de la proveniencia de los contenidos atendidos.

De acuerdo con la modalidad sensorial aplicada, podemos hablar de **atención visual**, **atención auditiva**, etc. De igual forma que hablábamos de almacenes de memoria específicos para cada modalidad, también se identifican mecanismos atencionales específicos de cada modalidad. Por ejemplo, es muy distinto un mecanismo atencional visual que ha de manejar un entorno tridimensional que un mecanismo atencional auditivo donde los aspectos secuenciales de lenguaje oral tienen mucha importancia.

En cuanto a la manifestación de los procesos podemos distinguir entre **atención manifiesta (overt)** y **atención encubierta (covert)**. La **atención encubierta** se caracteriza por **no ser apreciable para el observador externo**, aunque sí que pueda ser consciente a nivel subjetivo. Por ejemplo, cuando alguien está escuchando a la conversación de al lado, pero lo hace disimuladamente sin orientar la cabeza hacia el foco real de su atención.

El grado de control es otro criterio a tener en cuenta y, por lo tanto, tendríamos **atención voluntaria y atención involuntaria**. No es lo mismo tomar la decisión de prestar atención a una conversación que girar de repente la cabeza para prestar atención a un sonido de gran intensidad e inesperado que se ha producido en la habitación.

Por último, como adelantábamos previamente, hay una relación entre atención y conciencia, pero que no tiene por qué implicar que el nivel de atención y de conciencia siempre van parejos. De hecho, puede haber **atención consciente y atención inconsciente**.

En base a todas estas disquisiciones se han planteado muchos modelos teóricos que tratan de explicar cómo se llevan a cabo los mecanismos atencionales en el cerebro.

En el **modelo de Mesulam** se argumenta que existe una gran red altamente interconectada y organizada en la que se distingue entre componentes sensoriales y motores. Además, la **atención** estaría formada por dos subsistemas cerebrales: **la matriz atencional** o «función de estado», que regula el nivel de activación, y **el canal atencional** o «función vector», que seleccionaría el tipo de contenidos que hay que atender. Los procesos que propone Mesulam estarían directamente relacionados con el nivel de activación (*arousal*) o alerta.

Para Postner y Peterson existen tres redes neuronales independientes que se ocupan de la atención, que interactúan durante la respuesta a los estímulos. La red de orientación se encargaría de seleccionar la información sensorial y sostener la atención visuoespacial. La red de vigilancia mantendría el estado de alerta o activación. La red ejecutiva se centraría en las tareas de cambio, detección de errores, control inhibitorio, etc.

En el modelo de control cognitivo de Miller se argumenta que los mecanismos de control se adaptan en función de la experiencia, extrayendo las características relevantes para usarlas en el futuro. Este modelo se basa en que se produce una competición entre redes que representan diferentes fuentes de información, resultando vencedora aquella que logre una mayor activación en la corteza prefrontal.

Por último, el modelo de control atencional de Cordetta y Shulman integra conceptos provenientes de los modelos anteriores y propone la existencia de dos redes independientes: una red fronto-parietal dorsal responsable de enlazar la información sensorial relevante con las representaciones motoras correspondientes, y una red fronto-parietal ventral dedicada a la detección de estímulos relevantes.

La conjunción de los modelos expuestos con los datos experimentales, apoyados por los diagnósticos de neuroimagen permiten establecer un mapa de las áreas cerebrales involucradas en la atención y el papel que pueden desempeñar en estos mecanismos. A continuación, hacemos un repaso de las principales estructuras cerebrales relacionadas con la atención.

1.4. Bases neurológicas de la atención

Desde el **punto de vista neuroanatómico** tampoco parece haber un consenso total acerca de las estructuras involucradas en la atención. Básicamente contamos con dos posturas enfrentadas: los defensores de **áreas específicas y diferenciadas** del cerebro que están especializadas en el control de la atención (**modelos homunculares**) y los defensores de mecanismos atencionales que son inseparables de las **regiones donde se realiza el procesamiento mismo de la información** (**modelos anárquicos**).

De lo que no hay duda es de que el lóbulo frontal juega un papel importante en la regulación de la atención. De este modo, se distingue entre **zonas frontales** y **zonas extrafrontales**.

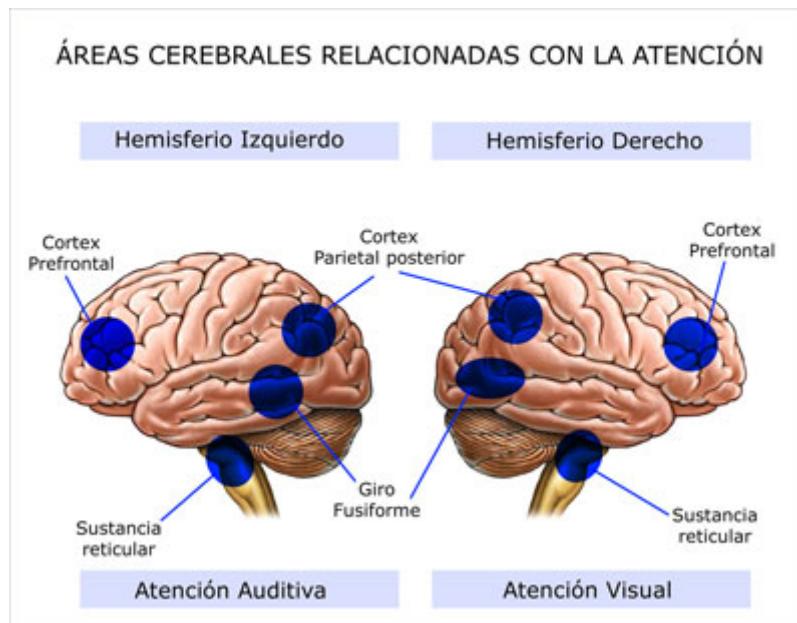


Figura 1. Áreas cerebrales asociadas con la atención auditiva y visual.

Fuente: <http://jowedael.blogspot.com.es/2014/05/areas-cerebrales-que-participan-en-le.html>

En cuanto a las **zonas frontales** relacionadas con la atención, destaca el **área frontal dorsolateral**, donde parecen realizarse funciones de mantenimiento de la información e inhibición de la respuesta. Por otro lado, la **corteza cingulada** estaría implicada en el control de la **atención selectiva**, realizando comparaciones y juicios sobre la información recibida. También estaría implicada en tareas de atención dividida y la detección de situaciones de conflicto (**corteza cingulada anterior**). El

área motora suplementaria, además de sus funciones motoras conocidas, podría jugar un papel en tareas de **cambio atencional**.

Respecto a las **regiones extrafrontales**, se puede destacar la **corteza parietal**, que aportaría una especie de mapa interno del mundo exterior, lo cual sería necesario para establecer el **foco atencional**. Desde el punto de vista de las **regiones subcorticales** se sabe que la corteza prefrontal recibe aferencias del tronco encefálico, tálamo, hipotálamo, el sistema límbico, etc.

En general, se piensa que contamos con una red atencional muy distribuida por todo el cerebro, mediada por regiones frontales, pero que también incluiría regiones temporales, parietales y subcorticales. Específicamente, **la formación reticular del tálamo es la encargada de suministrar el nivel necesario de activación para que funcione la red distribuida de atención** (sistema activador reticular ascendente).

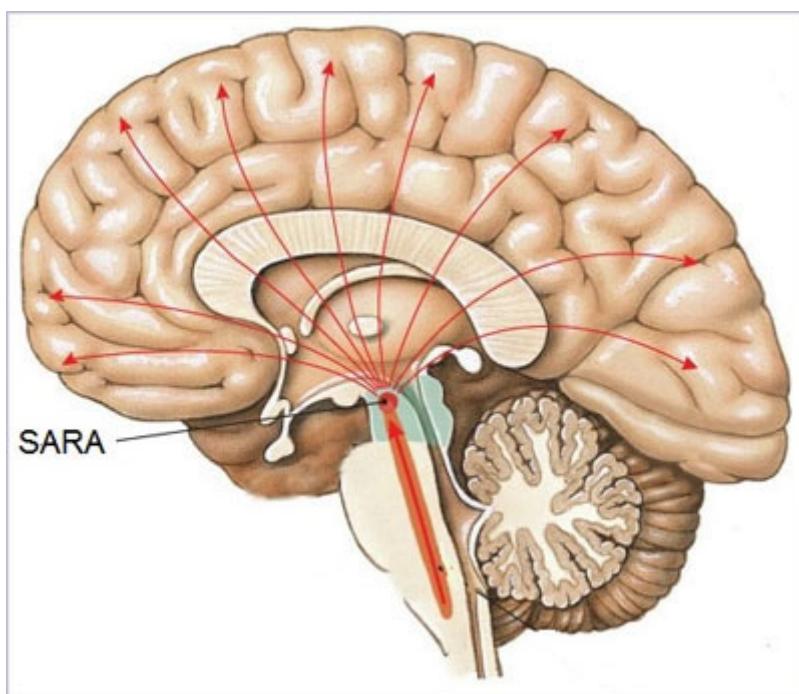


Figura 2. Representación del Sistema Activador Reticular Ascendente (SARA).

Fuente: <http://enriquerubio.net/conciencia>

Lo + recomendado

No dejes de leer

A feature-integration theory of attention

Treisman, A. M. y Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-36,

Artículo seminal de Treisman y Gelade sobre su teoría de la atención.

Accede al artículo a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<http://www.cse.psu.edu/~rtc12/CSE597E/papers/treismanFeatIntegration.pdf>

No dejes de ver

TDAH Mini documental psicofisiológica del trastorno de déficit de atención con hiperactividad

Documental sobre el TDAH en el que se caracteriza el trastorno y se abordan las bases neurobiológicas que afectan al funcionamiento de la atención.



Accede al vídeo a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<https://www.youtube.com/watch?v=RqSSj7YmdR0>

A fondo

Fisiología de la conducta

Carlson, N. R. (2014). *Fisiología de la conducta*. Madrid: Pearson.



Esta nueva edición de *Fisiología de la conducta*, se divide en cinco partes bien diferenciadas: La primera parte del libro se ocupa de los fundamentos: historia de la disciplina, estructura y funciones de las neuronas, neuroanatomía, psicofarmacología y métodos de investigación. La segunda parte está dedicada a recepción y producción: los sistemas sensitivos y motores. Una tercera parte se encarga de las conductas típicas de especie: sueño, reproducción, ingesta y conducta emocional. La cuarta parte del libro está dedicada al aprendizaje, incluidos la investigación sobre la plasticidad sináptica, los mecanismos neuronales responsables del aprendizaje perceptivo y el aprendizaje estímulo-respuesta (también el condicionamiento clásico y el instrumental), amnesia en humanos y la función de la formación hipocampal en el aprendizaje relacional. La última parte del libro se ocupa de la comunicación verbal y de trastornos neurológicos, mentales y conductuales. Las actualizaciones de estas partes se combinan con una relación de figuras e imágenes que conforman un texto elemental para las asignaturas de Fisiología de la conducta.

Bibliografía

Carlson, N. R. (1999). *Fisiología de la conducta*. Barcelona: Ariel.

Colmenero, J. M., Catena, A. y Fuentes, L. J. (2001). Atención visual: Una revisión sobre las redes atencionales del cerebro. *Anales de psicología*, 17(1), 45-67.

Treisman, A. M. y Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive psychology*, 12(1), 97-136.

Test

1. Los mecanismos de atención se localizan en el cerebro:

- A. Centralizadamente.
- B. De forma distribuida.
- C. Solo en la corteza.
- D. Principalmente en áreas subcorticales.



2. La atención:

- A. Es independiente de otras funciones cognitivas.
- B. Consiste en mecanismos integrados con otras funciones.
- C. Es un proceso monolítico.
- D. A y C son correctas.

3. Un cambio de contexto:

- A. Requiere la finalización total de una tarea.
- B. Requiere localizar recursos y contenidos de las tareas.
- C. No implica mucho coste.
- D. Se realiza dentro de una única tarea.

4. ¿Cuál no es un beneficio de la atención?

- A. Distribución.
- B. Precisión.
- C. Rapidez.
- D. Continuidad.

5. ¿Cuál no es un mecanismo de la atención?

- A. Control
- B. Vigilancia.
- C. Diferenciación.
- D. Selección.

6. La capacidad de concentrarse en un elemento único es la:

- A. Atención selectiva.
- B. Atención sostenida.
- C. Atención dividida.
- D. Atención encubierta.

7. La atención:

- A. Es siempre consciente.
- B. Es siempre inconsciente.
- C. Puede ser encubierta.
- D. No tiene relación con los sentidos.

8. El canal atencional es un componente del modelo de:

- A. Mesulam.
- B. Postner.
- C. Petterson.
- D. Damasio.

9. La red frontopariental ventral:

- A. Pertenece al modelo de Mesulam.
- B. Enlaza la información sensorial con la motora.
- C. Está dedicada a la detección de estímulos relevantes.
- D. Se sitúa en componentes subcorticales.

10. La inhibición de la respuesta se asocia con:

- A. La corteza parietal.
- B. La amígdala.
- C. El área frontal dorsolateral.
-  D. La formación reticular.

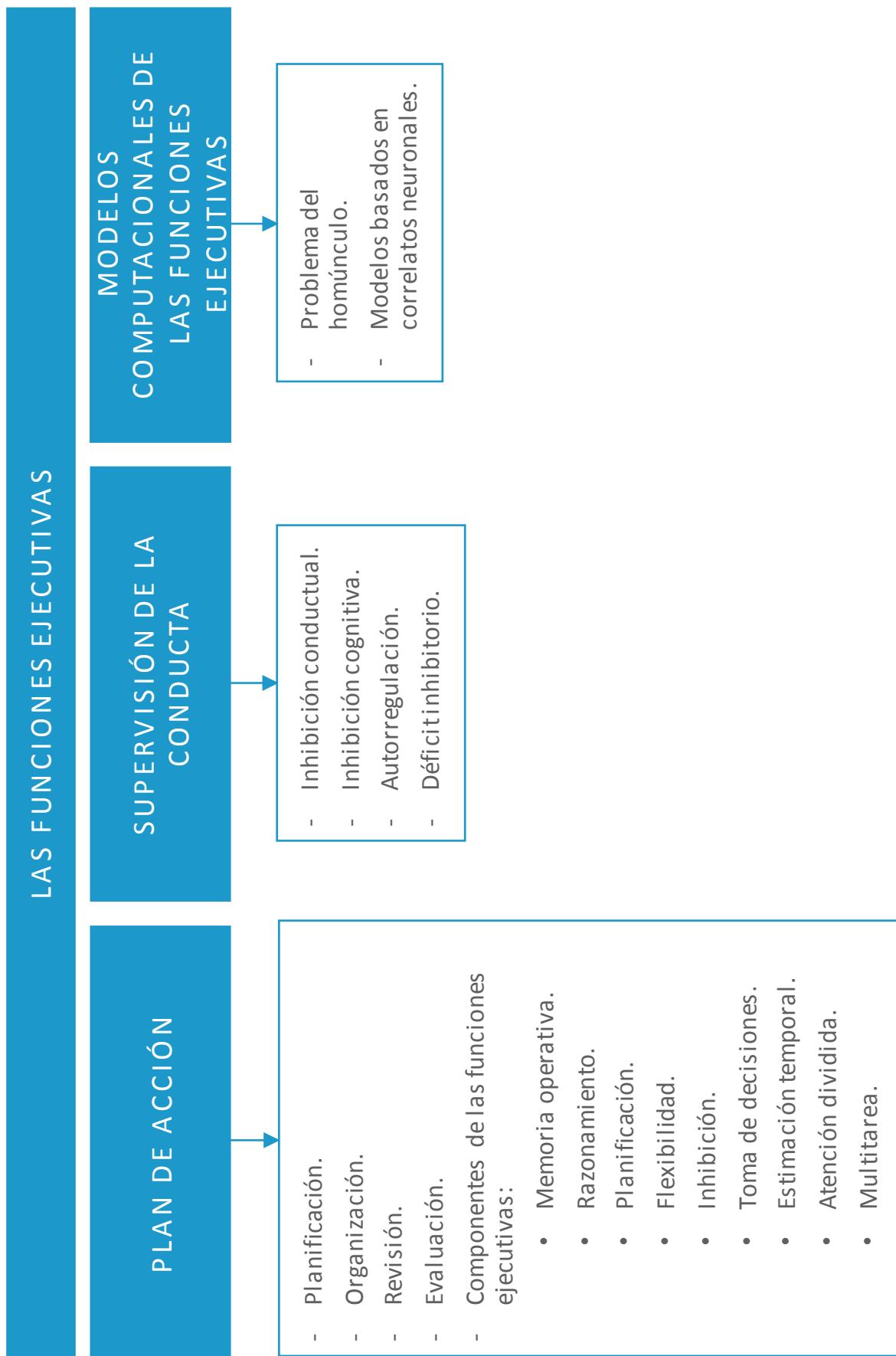
Neurociencia Cognitiva

Las funciones ejecutivas

Índice

Esquema	3
Ideas clave	4
13.1. ¿Cómo estudiar este tema?	4
13.2. Planificación de la acción e inhibición	5
13.3. Supervisión de la conducta	8
13.4. Modelos computacionales de las funciones ejecutivas	10
13.5. Referencias bibliográficas	11
Lo + recomendado	12
+ Información	14
Test	16

Esquema



13.1. ¿Cómo estudiar este tema?

Para estudiar este tema lee las Ideas clave disponibles a continuación y el siguiente artículo: Tirapu-Ustároz, J., Muñoz-Céspedes, J. M. y Pelegrín-Valero, C. (2002). Funciones ejecutivas: necesidad de una integración conceptual. *Revista de neurología*, 34(7), 673-685.

Accede al artículo a través del aula virtual o de la siguiente dirección web:

<https://pdfs.semanticscholar.org/f6f1/b7ec7671afea34cb9cfae7804ee13c369368.pdf>

Como vemos, según vamos avanzando en el análisis de las funciones cognitivas es más clara la interrelación entre las mismas. En este caso, las llamadas funciones ejecutivas tiene que ver con el control de alto nivel de la conducta y del pensamiento. Concretamente, en este tema se persiguen los siguientes objetivos:

- ▶ Identificar los factores clave de las funciones ejecutivas en cuanto al despliegue de la conducta del organismo.
- ▶ Analizar la funcionalidad que implementan los modelos computacionales de las funciones ejecutivas.

Además de estudiar las funciones ejecutivas desde una perspectiva biológica se tienen en cuenta en este tema las posibles conclusiones que se puedan aplicar como bioinspiración para modelos computacionales y sistemas artificiales.

13.2. Planificación de la acción e inhibición

Las **funciones ejecutivas** son un conjunto de mecanismos que habitualmente se agrupan bajo el mismo concepto. Cuando hablamos de **funciones ejecutivas** estamos refiriéndonos a **mecanismos mentales complejos** relacionados con la **planificación, organización, revisión y evaluación del comportamiento**. Las funciones ejecutivas son, por lo tanto, necesarias para implementar con éxito las conductas orientadas a metas.

Según los autores se pueden identificar diferentes funciones como pertenecientes al **grupo de funciones ejecutivas**. En general, se consideran que los siguientes son componentes de las funciones ejecutivas:

- ▶ **Memoria operativa**, que como vimos se encarga del **procesamiento de la información verbal, visuoespacial y la manipulación de símbolos** durante cortos espacios de tiempo.
- ▶ **Razonamiento o pensamiento consciente**, que nos permite **resolver problemas y establecer relaciones entre elementos de información** (a su vez, podemos distinguir entre razonamiento lógico deductivo e inductivo).
- ▶ **Planificación**, que permite **establecer los pasos y las secuencias necesarias para la consecución de metas**, anticipando el resultado de las acciones.
- ▶ **Flexibilidad**, que hace posible que podamos incluir **cambios en la planificación** (manejando los cambios de contexto) para **adaptarnos a las demandas del entorno**.
- ▶ **Inhibición**, para **no procesar la información no relevante para una tarea ni dejarse llevar por impulsos que van en contra de la consecución de una meta**.

- ▶ **Toma de decisiones**, que nos permite elegir entre varias alternativas en función de nuestras metas, recursos, expectativas y predicciones.
- ▶ **Estimación temporal**, que nos ayuda a calcular la duración de determinados sucesos o actividades, para así poder predecir y planificar secuencias de acciones.
- ▶ **Atención dividida**, que nos permite **realizar más de una tarea al mismo tiempo** (cosa que solo es posible si las tareas requieren recursos de procesamiento diferentes).
- ▶ **Multitarea**, lo cual nos permite que podamos **intercalar varias tareas en un mismo período de tiempo**, retomando cada tarea en el punto en el que se interrumpió la última vez gracias a un cambio de contexto efectivo.

Como vemos, cuando hablamos de **funciones ejecutivas** estamos hablando de una serie de **procesos**, todos muy **complejos**, y que además **han de funcionar de forma conjunta**. Las funciones ejecutivas hacen que el **comportamiento humano sea tan rico, variado y complejo**, pues nos dan la capacidad de **perseguir varios objetivos al mismo tiempo**, estando cada uno de ellos circunscritos a escalas de tiempo diferentes. Además, las funciones ejecutivas hacen posible que podamos lidiar con la tremenda **complejidad, ambigüedad e incertidumbre del mundo real**, siendo capaces de detectar errores, evaluando nuestro propio rendimiento e inhibiendo las tendencias que aprendemos que no nos benefician.

Se puede decir también que **las funciones ejecutivas cumplen un papel de autorregulación de nuestra actividad cognitiva y afectiva**. Como señala **Goldberg (2004)**, serían el **director general que dirige el resto del cerebro**. Las funciones ejecutivas, y su carácter metacognitivo, nos diferencia de otras especies, que reaccionan de forma más automática ante las demandas del entorno. Gracias a estas funciones el ser humano puede **resolver problemas más complejos, realizar proyectos novedosos** y, en general, ser capaz de salir airoso de situaciones

novedosas. Las funciones ejecutivas cumplen su rol sobre todo cuando las tareas que enfrentamos no se pueden realizar con éxito de forma automática.

Conocemos el valor de las funciones ejecutivas también gracias a la observación de las consecuencias de trastornos como el déficit de atención e hiperactividad (TDAH). Las dificultades de pacientes con TDAH se explican primordialmente por su **incapacidad para la inhibición**, además de otros problemas que afectan al resto de procesos especificados previamente.

Además de los aspectos sobre la atención, es preciso analizar ahora las capacidades complementarias de planificación e inhibición.

Se puede caracterizar a la **inhibición** como una especie de **freno comportamental**, que es capaz de **detener la respuesta automática** que tiende a desencadenarse por la presencia de un determinado estímulo. Esto permite que se pueda responder de forma reflexionada y más adecuadamente a las exigencias de la situación. Los problemas de inhibición se corresponden con cuadros de **impulsividad**, donde los impulsos automáticos no pueden ser frenados o inhibidos con efectividad.

En general, las funciones ejecutivas se asocian con los **lóbulos frontales**, que curiosamente es la zona del cerebro que más tarde en el desarrollo termina de madurar (mielinizarse). De hecho, de todos es conocida la impulsividad característica de los niños y la menor capacidad de inhibición de los adolescentes que mueren año tras año en accidentes de tráfico provocados por conductas poco adaptativas (que en general, los adultos son capaces de inhibir en mayor medida gracias a la madurez de su corteza frontal).

Dada la importancia de las funciones ejecutivas en el buen funcionamiento del resto de procesos cognitivos, tal y como se manifiesta en el TDAH, el **déficit inhibitorio** resulta también en **déficits cognitivos**. Es decir, el organismo no cuenta con esta pequeña interrupción inhibitoria que permite al resto de funciones cognitivas entrar en juego, sino que se desarrollan las respuestas impulsivas sin más mediación (y, por

consiguiente, con menos inteligencia o adaptación al medio). Al no existir inhibición se resta espacio para que aparezcan la planificación y la organización de la conducta hacia los objetivos planteados.

Desde el punto de vista de la **planificación**, el organismo necesita identificar y organizar una **secuencia de pasos y metas intermedias** con el fin de llegar al objetivo planteado. La planificación requiere que se plantee una meta inicialmente y determinar la mejor forma de conseguirla. En el desarrollo de los humanos se observa cómo los niños utilizan un habla exteriorizada referida a ellos mismos cuando están aprendiendo a guiarse en sus propias planificaciones. Más adelante en el desarrollo, ese lenguaje autoreferido se convierte en habla interior. En estos casos también se observa la interrelación entre lenguaje y funciones ejecutivas.

13.3. Supervisión de la conducta

Cuando hablamos de **supervisión de la conducta**, nos referimos a la coordinación, planificación, inhibición, detección de errores, etc. En general, la supervisión de la conducta requiere un nivel superior de control (o meta-control), por eso este concepto está relacionado con la metacognición.

También es importante destacar que, aunque hablamos principalmente de conducta, la inhibición también afecta a los procesos cognitivos. Es decir, podemos hablar de inhibición cognitiva e inhibición conductual. La **inhibición conductual**, como hemos visto anteriormente, se refiere a la capacidad de detener una respuesta automática en el momento preciso. Por otro lado, la **inhibición cognitiva** está asociada con las diferentes funciones ejecutivas. Así, podemos hablar de inhibición de la atención o inhibición emocional.

La **inhibición de la atención** puede ser útil para **evitar distracciones y que pensamientos, emociones u otros estímulos se interpongan en la respuesta necesaria para la tarea actual**. La pausa inhibitoria permite que haya tiempo suficiente para evaluar la situación y que jueguen su papel los procesos de **planificación y toma de decisiones**. También el funcionamiento de la memoria de trabajo se beneficia de la inhibición atencional, ya que cambios de contexto continuo provocarían un mal funcionamiento de la misma y una conducta y pensamientos desorganizados.

Cuando se produce un **déficit inhibitorio**, como sucede en el TDAH, el sujeto tiene gran dificultad para resistirse a las gratificaciones inmediatas, provocando los típicos problemas de baja tolerancia a la frustración y aversión a la demora. Como se sabe, los niños con TDAH tienen por lo general malos resultados académicos y es que al fallar las funciones ejecutivas también resultan gravemente afectadas otras funciones como el aprendizaje.

Una mente compleja necesita autorregularse, autogestionarse y autoplanificarse. Las funciones ejecutivas son el grupo de mecanismos que hacen posible esto en los humanos, y uno de los aspectos que más nos diferencia de otros animales, junto con la complejidad del lenguaje humano. Todos estos mecanismos pueden además complementarse con una percepción de sí mismo, cerrando así un ciclo de metacognición.

Como decíamos, el **lenguaje también juega un papel importante en la autorregulación**. **El habla interior** (la producción verbal privada que aparece en la memoria operativa) se usa habitualmente para emitir mensajes internos que regulan nuestros propios actos. Esto es más patente en los niños pequeños, que antes de ser capaces de internalizar esta conversación privada verbalizan públicamente las autoinstrucciones que se dan. Por ejemplo, dicen «ahora voy a poner la pieza azul sobre la pieza blanca y luego voy a tirar la torre». Este lenguaje intrínseco se convierte en un mecanismo adicional de autorregulación del comportamiento basado en autoinstrucciones.

13.4. Modelos computacionales de las funciones ejecutivas

ejecutivas

El estudio de las redes neuronales que dan lugar a las funciones ejecutivas en el cerebro permite construir modelos computacionales basados en hipótesis sobre el funcionamiento de las mismas.

La **corteza prefrontal** se considera desde hace tiempo como el centro ejecutivo que controla la selección de acciones y coordina las funciones cognitivas en general. Sin embargo, la base computacional de las funciones ejecutivas no se ha especificado claramente (volviendo al **problema del homúnculo** al considerar que la corteza frontal es como «un cerebro que controla el cerebro»).

En general, los modelos existentes siguen planteando muchas dudas: ¿cómo sabe la corteza prefrontal qué acciones o planes seleccionar? ¿Cómo influye la experiencia en la planificación? ¿Qué diferencia hay entre los procesos neuronales de la corteza prefrontal que dan lugar a estas propiedades y otros centros de procesamiento? El problema del homúnculo viene porque no somos capaces de responder a estas preguntas.

Ha habido varios intentos recientes de evitar el problema del homúnculo mediante la **formulación de modelos computacionales** precisos de los mecanismos neuronales subyacentes a las funciones ejecutivas (para una revisión detallada de estos modelos ver Hazy, Frank y O'Reilly, 2007).

Los modelos actuales se basan en el papel que juegan los **ganglios basales** y los **sistemas frontales** en el control motor y la selección de acciones. Los **ganglios basales** proporcionarían una **modulación de la decisión de ejecutar o no** una acción representada en la corteza frontal.

Otros enfoques abogan por la idea de que los **ganglios basales modulan las representaciones de la memoria operativa** facilitando así las funciones ejecutivas más abstractas. En el trabajo de **Hazy, Frank y O'Reilly**, (2007) se describe un **sistema computacional que es capaz de tener** un rendimiento similar a un humano en memoria operativa y **control ejecutivo a través de tareas de prueba y error**. El sistema implementa un mecanismo de aprendizaje por refuerzo que emula el sistema dopaminérgico mesencefálico (sistema de recompensa) y su activación a través de los ganglios basales y la amígdala.

13.5. Referencias bibliográficas

Goldberg, E. (2009). *The new executive brain: Frontal lobes in a complex world*. Oxford: Oxford University Press.

Hazy, T. E., Frank, M. J. y O'Reilly, R. C. (2007). Towards an executive without a homunculus: computational models of the prefrontal cortex/basal ganglia system. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 362(1485), 1601-1613.

Lo + recomendado

No dejes de leer

Déficit de atención con hiperactividad: el modelo híbrido de las funciones ejecutivas de Barkley

Orjales, I. (2000). Déficit de atención con hiperactividad: el modelo híbrido de las funciones ejecutivas de Barkley. *Revista Complutense de Educación*, 11(1), 71-84.

El trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) es uno de los trastornos psicopatológicos infantiles más estudiados en los últimos diez años. Este trastorno ha sido interpretado desde modelos comportamentales, cognitivos, cognitivo-comportamentales y neuropsicológicos. El Modelo de las funciones ejecutivas de Barkley (1997) constituye un extraordinario intento de justificar y reorienta las hipótesis de investigación con el objetivo de aclarar el diagnóstico y genera programas de intervención mejor adaptados al perfil específico de cada paciente. Teniendo en cuenta la fundamentación neuropsicológica de este modelo, es importante recordar que el empeoramiento o la disminución de la sintomatología en el TDAH se debe a la influencia que la educación tiene en el desarrollo de la capacidad de autocontrol.

Accede al artículo a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/186/cd/m1/doc_barkley.pdf

No dejes de ver

Entrevista a José Antonio Marina. Funciones ejecutivas del cerebro

José Antonio Marina habla de las funciones ejecutivas y el papel que juegan en la educación y en la evolución del cerebro humano.



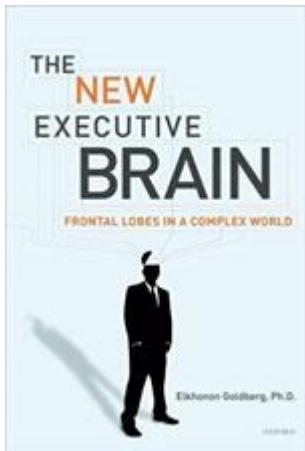
Accede al vídeo a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<https://www.youtube.com/watch?v=cHg52tn7uoA>

A fondo

The new executive brain

Goldberg, E. (2009). *The new executive brain: Frontal lobes in a complex world*. Oxford: Oxford University Press.



En *The New Executive Brain*, Goldberg presenta un amplio panorama del pensamiento de vanguardia en neurociencia cognitiva y neuropsicología, que va mucho más allá de los lóbulos frontales. Basándose en los últimos descubrimientos y desarrollando ideas científicas complejas y relacionándolas con la vida real a través de fascinantes casos de estudio y anécdotas, el autor explora cómo el cerebro se involucra en la toma de decisiones complejas; cómo se trata de la novedad y la ambigüedad; y cómo aborda las elecciones morales.

En cada paso, Goldberg desafía las suposiciones arraigadas. Por ejemplo, sabemos que el hemisferio izquierdo del cerebro es la sede del lenguaje, pero Goldberg argumenta que el lenguaje puede no ser la adaptación central del hemisferio izquierdo. Los simios carecen de lenguaje, sin embargo, muchos también muestran evidencia de desarrollo hemisférico asimétrico. Goldberg también descubre que una interacción compleja entre los lóbulos frontales y la amígdala, entre una parte del cerebro recientemente desarrollada y una parte mucho más antigua, controla la emoción, ya que los pensamientos conscientes se encuentran con los impulsos automáticos.

Webgrafía

Bases de datos del NCBI

El Centro Nacional (norteamericano) de información en biotecnología (NCBI) proporciona en su web numerosos recursos y artículos relativos a la neurociencia cognitiva. Como ejemplo, se incluye un enlace a un artículo sobre las Funciones Ejecutivas.



Accede a la página web a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4084861/>

Bibliografía

Villar, I. O. (2000). Déficit de atención con hiperactividad: el modelo híbrido de las funciones ejecutivas de Barkley. *Revista complutense de educación*, 155, 1130-2496.

Test

10

1. ¿Cuál de los siguientes no es un mecanismo de las funciones ejecutivas?

- A. Planificación.
- B. Evaluación.
- C. Imitación.
- D. Revisión.

2. ¿Cuál de los siguientes es un componente de las funciones ejecutivas?

- A. Razonamiento.
- B. Memoria a largo plazo.
- C. Aprendizaje vicario.
- D. B y C son correctas.

3. ¿Cuál es el componente de las funciones ejecutivas que permite realizar más de una tarea al mismo tiempo?

- A. Inhibición.
- B. Atención sostenida.
- C. Estimación temporal.
- D. Atención dividida.

4. Las funciones ejecutivas suponen una ventaja evolutiva porque permiten resolver problemas:

- A. Novedosos.
- B. De forma automática.
- C. Inconscientemente.
- D. Repetitivos.

5. A la capacidad de detener una respuesta automática, se le denomina:

- A. Impulsividad.
- B. Inhibición.
- C. Hipofrontalidad.
- D. Déficit inhibitorio.

6. El déficit inhibitorio:

- A. Mejora la planificación.
- B. No provoca otros déficits.
- C. No está presente en el TDAH.
- D. Provoca déficits cognitivos.

7. La inhibición de la atención:

- A. Es una inhibición cognitiva.
- B. Es una inhibición conductual.
- C. Es un déficit inhibitorio.
- D. No es posible.

8. El habla interior o lenguaje intrínseco:

- A. Solo aparece en adultos.
- B. Solo aparece en niños pequeños.
- C. Contribuye a la autorregulación.
- D. No tiene nada que ver con las funciones ejecutivas.

9. Considerar que la corteza prefrontal es «un cerebro que controla el cerebro».

- A. Un error, pues los lóbulos frontales no están implicados en las funciones ejecutivas.
- B. Una solución al problema del homúnculo.
- C. Una metáfora falsa.
- D. El problema del homúnculo.

10. ¿Qué estructura subcortical se asocia con el control motor y la selección de acciones?:

- A. El sistema frontal.
- B. La amígdala.
- C. Los ganglios basales.
- D. El tálamo.

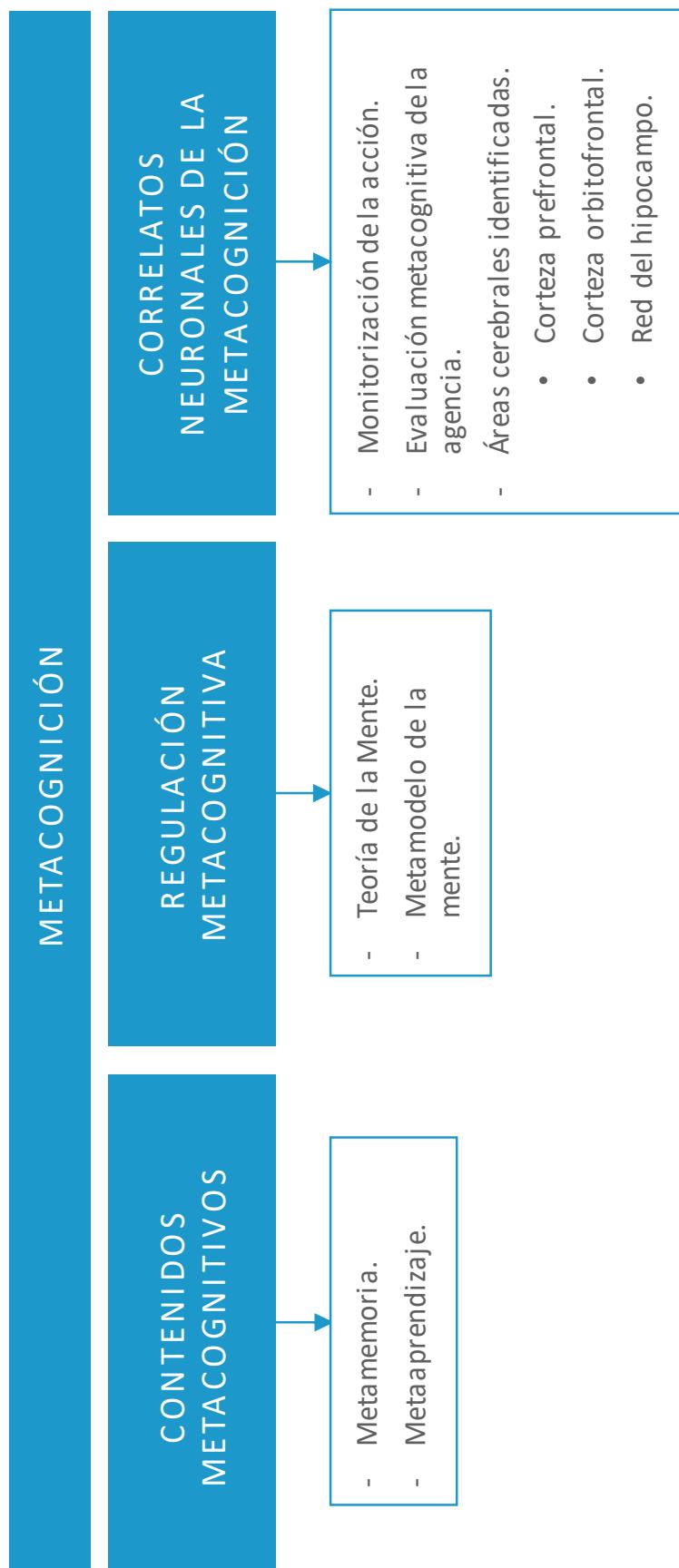
Neurociencia Cognitiva

Metacognición

Índice

Esquema	3
Ideas clave	4
14.1. ¿Cómo estudiar este tema?	4
14.2. Contenidos metacognitivos	5
14.3. Regulación metacognitiva	7
14.4. Correlatos neuronales de la metacognición	10
14.5. Referencias bibliográficas	12
Lo + recomendado	13
+ Información	15
Test	18

Esquema



14.1. ¿Cómo estudiar este tema?

Para estudiar este tema lee las Ideas clave disponibles a continuación y el siguiente artículo: Martí, E. (1995). Metacognición: entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y aprendizaje*, 18(72), 9-32.

Accede al artículo a través del aula virtual o de la siguiente dirección web:

http://cv.uoc.edu/web/~cvaulas/022/Materiales_asignatura/72.085/72_085_artmodulo4_20012.pdf

En este tema continuamos explorando las características más específicas del ser humano, esta vez centrándonos en el concepto de metacognición. En este ámbito nos vamos acercando más a terrenos más inexplorados y más complejos, como el de la conciencia, haciendo incluso una incursión en aspectos como la autoconsciencia.

Una vez se han estudiado los procesos psicológicos básicos, siempre surge la duda de cómo se autogestiona el cerebro. Seguimos necesitando más explicaciones para comprender completamente el funcionamiento de la mente. En este tema perseguimos los siguientes objetivos principales:

- ▶ Entender qué es la metacognición y para qué puede servir en sistemas naturales y artificiales.
- ▶ Conocer las bases neurobiológicas de la metacognición.
- ▶ Estudiar los procesos metacognitivos y la función de la autoconsciencia.

A su vez, este tema nos da una introducción a los aspectos fenomenológicos de la conciencia.

14.2. Contenidos metacognitivos

La **metacognición** se ha estudiado desde diferentes perspectivas, aunque una predominante ha sido en **psicología del desarrollo**, al observar cómo los niños desarrollan capacidades para **gestionar sus propias capacidades cognitivas**, tarea que por cierto realizan **con el apoyo apropiado de los adultos**.

Este último aspecto es importante desde el punto de vista de la **inteligencia artificial**, porque **a menudo se intenta (sin éxito) diseñar sistemas completamente autónomos, que lleguen a niveles de inteligencia similares a los humanos, y se nos olvida que los humanos no somos capaces de desarrollar esos niveles como individuos aislados, siempre necesitamos la ayuda de otros**.

No obstante, **la metacognición no es una propiedad exclusiva de los humanos**. Por ejemplo, Bateson habla de la metacognición en perros, que son capaces por ejemplo de distinguir cuándo están simulando una pelea y cuándo se trata de una pelea de verdad. Quizás, **el término** que parece más exclusivo **de los humanos** es el de **autorreflexión**, porque indica la existencia de un pensamiento explícito acerca de las propias capacidades, actitudes, conocimientos, etc. Como nos ocurre con muchos otros conceptos en neurociencia cognitiva, volvemos a manejar expresiones que tienen múltiples acepciones y sobre las que no existe un consenso total en la comunidad científica.

Como indican Nelson y Narens (1994) podríamos definir la **metacognición** como el «**conocimiento sobre el conocimiento**». De esta forma, podríamos hablar por ejemplo de la **metamemoria**, que es el **conocimiento que uno tiene sobre lo que recuerda y lo que no**. Un fallo habitual de metamemoria en muchos alumnos es pensar que se saben bien la lección cuando en realidad no recuerdan bien todos los aspectos importantes (a todos nos ha jugado una mala pasada la metamemoria en algún momento).

Otro ámbito donde es habitual hablar de metacognición es el **aprendizaje**. El conocimiento sobre nuestros propios procesos de aprendizaje nos puede ayudar a elaborar **estrategias más efectivas** para determinadas tareas. Por ejemplo, los niños aprenden en el colegio a utilizar estrategias metacognitivas como el uso de nemónicos.

En general, el conocimiento y la autoreflexión sobre la forma en la que funciona nuestra propia mente nos puede ayudar a gestionarla mejor y a obtener mejores resultados.

Los estudios de metacognición también son importantes porque suponen una **integración de diferentes áreas de las ciencias cognitivas**. Las funciones cognitivas se segmentan artificialmente en diferentes temas, sin embargo, la realidad es que la mente funciona como un único sistema integrado. Por lo tanto, analizar los procesos metacognitivos nos ayuda a comprender esta integración de todas las funciones cognitivas funcionando como elementos del mismo sistema. Desde el punto de vista de la investigación en inteligencia artificial (y muchas otras áreas) es importante reconocer que los estudios que usamos como referencia a menudo se encuentran en «pozos aislados» de conocimiento, los grupos de investigación se especializan y los resultados obtenidos hacen referencia a campos muy específicos, que a menudo carecen de una buena integración con el resto de campos científicos relacionados.

En el contexto descrito, la metacognición ha jugado un papel importante al relacionar directamente aspectos como la memoria y el desarrollo, el desarrollo y el aprendizaje, la atención y el pensamiento, etc. El estudio de la metacognición obliga a los investigadores a salir del «cajón» establecido para una determinada función cognitiva. De forma análoga, los procesos metacognitivos, que nos hacen razonar sobre nuestras capacidades mentales, nos permiten tener a nosotros mismos una visión más comprehensiva de lo que somos, de lo que está hecha nuestra mente.

La **introspección** es un aspecto importante de la metacognición. Esa percepción de nosotros mismos es importante para la regulación, es un **autoconocimiento** que se puede **operacionalizar** para **mejorar nuestro rendimiento** en diversas tareas. Saber que una estrategia de aprendizaje no nos está dando resultados nos permite decidir cambiar de estrategia, y para ello también es necesario que tengamos conocimiento sobre las estrategias de aprendizaje de que disponemos. Disponer de conocimiento útil sobre nuestra cognición sería una buena definición sucinta de la metacognición.

Así mismo, conceptos más recientes como el de **inteligencia emocional**, no son en realidad otra cosa que **aplicar los principios metacognitivos al plano afectivo**. El autoconocimiento de nuestras emociones nos ayuda a gestionarlas. Si no sabemos explicarnos a nosotros mismos lo que sentimos (como en los cuadros de alexitimia), es difícil que podamos responder adecuadamente a las exigencias del entorno.

14.3. Regulación metacognitiva

Del estudio de otros procesos cognitivos podemos sacar la conclusión de que **la mente crea modelos del mundo** y opera sobre esos modelos para **generar una conducta adaptativa**. Desde el punto de vista de la metacognición, el disponer de un **modelo de la propia mente** nos proporciona un mecanismo de adaptación a nosotros mismos. **Esta autorregulación parece alcanzar su máxima expresión en la autoconsciencia.**

Crear un **modelo de la propia mente** y **crear modelos de la mente de los otros** son aspectos muy relacionados. Como **seres sociales**, un aspecto crucial de nuestra capacidad de adaptación pasa por relacionarnos de forma efectiva con nuestros congéneres. Para ello, es tremadamente útil disponer, no solo de un modelo de la propia mente, sino también de un modelo de la mente de los otros. Incluso, dando una vuelta de tuerca adicional, para las interacciones más complejas, **necesitamos**

tener un **modelo del modelo que tiene el otro sobre nosotros** («yo sé lo que ella sabe que yo sé», o al menos eso me pienso yo...).

A las capacidades de **modelado de las mentes** que hemos descrito anteriormente se les denomina **Teoría de la Mente**. Una forma intuitiva de entender lo que significa tener Teoría de la Mente (o capacidad de mentalización) es observar la conducta social de **personas con trastorno del espectro autista**, donde **estas capacidades son deficitarias**.

La capacidad de **autorreconocerse** (por ejemplo, reconocer la propia imagen en un espejo) **es algo que se desarrolla en los humanos durante la infancia**, así como el modelado de la mente de los otros. De nuevo, estamos ante capacidades metacognitivas complejas que requieren la **integración de múltiples mecanismos** y la madurez necesaria para funcionar de forma efectiva. Es por esto quizás, que muchos humanos adultos no llegan en toda su vida a alcanzar niveles avanzados de autoconocimiento.

En otras palabras, **los sistemas cognitivos son capaces de funcionar en modo automático** (como con un «piloto automático» conectado) **sin ser muy conscientes de lo que hacen y por qué lo hacen**. Los procesos metacognitivos son supuestamente una adaptación evolutiva que permite a los humanos tener una flexibilidad extra en la resolución de problemas complejos y novedosos, como a menudo es el caso de las relaciones sociales.

La regulación metacognitiva supone un avance extraordinario en las capacidades de autonomía y adaptación de un individuo, ya que aprovecha sus propias debilidades y fortalezas para generar las estrategias más adecuadas en cada momento.

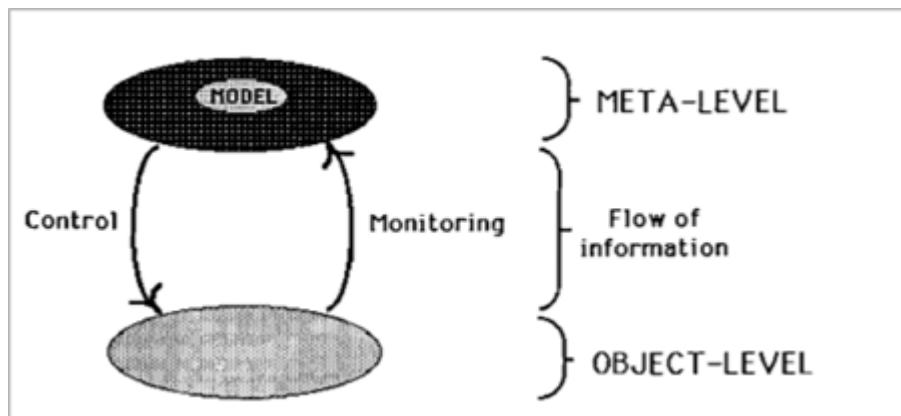


Figura 1. Meta-modelo de la mente.

Tomado de Nelson y Narens (1994)

En esencia, la metacognición consiste en la construcción de modelos de la propia mente. Tal y como indican Nelson y Narens (1994) podemos distinguir entre el nivel de los objetos y el meta-nivel. La metacognición, al hacer esta distinción de niveles permite establecer una monitorización y un control de la propia mente. El conocimiento sobre el propio conocimiento permite, gracias a este mecanismo, evaluar las propias capacidades y ejercer un control en el sentido más adecuado en cada momento.

Para evitar el típico problema del homúnculo cuando nos referimos a este esquema compuesto del nivel de los objetos y el meta-nivel necesitamos especificar claramente cuál es el flujo de la información entre los dos niveles. El meta-nivel modifica el nivel de los objetos, pero no al revés. La información que fluye desde el meta-nivel hacia abajo, o bien modifica el estado del nivel de los objetos, o bien modifica el propio procesamiento que se realiza de los objetos. El mecanismo de control *per se*, que se encuentra en el meta-nivel es lógicamente independiente del nivel de los objetos, con lo cual se evita la circularidad. El meta-nivel mantiene un modelo actualizado de la situación del nivel de los objetos. Sin embargo, el nivel de los objetos no tiene un modelo del meta-nivel.

El modelo descrito de dos niveles, es fácilmente generalizable a más niveles. Siempre podemos añadir meta-niveles superiores que modelen los estados de los niveles inferiores. Se piensa que, en general, muchos procesos cognitivos cuentan con al

menos dos niveles, es decir, disponemos de mecanismos de autorregulación y monitorización de todas las funciones cognitivas. Esto es importante desde el punto de vista de la bioinspiración para la inteligencia artificial, porque la mayoría de sistemas artificiales no cuentan con este tipo de mecanismos autónomos de autocordinación.

Desde la línea de **pensamiento constructivista**, los procesos metacognitivos permiten interpretar y dar sentido a los conocimientos que se adquieren, incluyendo en la adquisición de conocimiento, la información sobre uno mismo y la información que uno tiene sobre los demás. En esencia, **la metacognición, y en especial la Teoría de la Mente, permite disponer de mecanismos efectivos para la integración social de los individuos**, manteniendo al mismo tiempo el concepto de identidad individual.

14.4. Correlatos neuronales de la metacognición

Se han realizado diversos estudios para identificar las áreas del cerebro involucradas en los procesos metacognitivos. Específicamente, **se han estudiado las áreas relacionadas con la monitorización de la acción y evaluación metacognitiva de agencia** (la sensación de «estar a cargo», es decir, lo contrario de realizar una tarea de forma automática).

Se han identificado áreas específicas relacionadas tanto con el propio juicio del rendimiento en una tarea como con la sensación de agencia (juicio de la propia agencia, de «ser actor protagonista de la acción»). Estos **estudios diferencian claramente entre la operación a nivel espontáneo o automático y la coordinación consciente de las acciones**.

Se ha demostrado en varios estudios que podemos corregir pequeñas variaciones de nuestros planes de acción (como saltos imprevistos en la posición de un objeto) sin ser conscientes de que lo estamos haciendo. Por lo tanto, para complicar las cosas,

existe una disociación entre la monitorización de la acción y la sensación de agencia (por lo menos, cuando las perturbaciones son menores). Es decir, el juicio explícito sobre nuestra propia agencia, si teníamos el control o no, solo aparece cuando es patente la necesidad de monitorización y control.

Los principales hallazgos usando técnicas de neuroimagen (RMf y TEP) indican que cuando los sujetos hacen juicios sobre la agencia se activan la **corteza prefrontal** y la **corteza orbitofrontal derecha**. Estas áreas se asocian también con la **autoatribución** y la **autorreflexión**.

Más concretamente, la **región más ventral** de estas áreas recibe proyecciones de procesamiento sensorial y emocional provenientes del **sistema límbico** y el **cuerpo estriado**, por lo que se piensa que realiza el procesamiento de la relevancia de los estímulos en función de su valor afectivo.

Por otro lado, las **estructuras de la línea media más dorsal**, incluyendo la **corteza prefrontal dorsomedial**, están estrechamente conectadas con la corteza prefrontal lateral y están involucradas en el **razonamiento de alto nivel y la toma de decisiones**. Se cree, por lo tanto, que estas zonas sustentan la formación de juicios sobre la información que fue etiquetada previamente como relevante o no (por la corteza prefrontal y la corteza orbitofrontal).

Finalmente, las **estructuras de la línea media posterior** se consideran parte de una **red del hipocampo** que está implicada en la codificación y la recuperación de **recuerdos autobiográficos** y, por lo tanto, se cree que es responsable de poner información relevante dentro de un contexto temporal informado por la experiencia.

La ubicación de la actividad cerebral observada para juicios de agencia en comparación con juicios de desempeño sugiere que los juicios de agencia pueden involucrar más el proceso sensorial-afectivo relacionado con uno mismo en comparación con otros tipos de juicios metacognitivos.

14.5. Referencias bibliográficas

Nelson, T. O. y Narens, L. (1994). Why investigate metacognition. *Metacognition: Knowing about knowing*, 1-25.

Lo + recomendado

No dejes de leer

Enseñar a aprender: introducción a la metacognición

Buron, J. (2002). *Enseñar a aprender: Introducción a la metacognición*. Bilbao: Editorial Mensajero.



Introducción a las estrategias más eficaces para aprender y diseñar sistemas didácticos que enseñen a hacer del estudio un ejercicio de la inteligencia y no simplemente mecánico. El lenguaje sencillo y claro lo hacen recomendable tanto para el estudiante universitario, como al profesor de enseñanzas no universitarias.

Aunque no es un libro orientado a la inteligencia artificial, puede servir de utilidad para comprender la metacognición del aprendizaje.

No dejes de ver

Entrevista a Uta Frith sobre la Teoría de la Mente



En este vídeo Uta Frith explica lo que significa Teoría de la Mente y cómo se relaciona con el autismo.

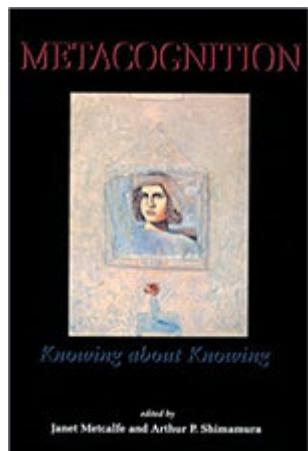
Accede al vídeo a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<https://www.youtube.com/watch?v=N6yIH-LYjOM>

A fondo

Metacognition: Knowing about Knowing

Metcalfe, J. y Shimamura, A. (1996). *Metacognition: Knowing about Knowing*. Cambridge: MIT Press.



Este libro ofrece un compendio actualizado de los principales problemas científicos relacionados con la metacognición. Las doce contribuciones originales proporcionan una declaración concisa de investigación teórica y empírica sobre procesos autorreflexivos o «sobre lo que sabemos».

A menudo se piensa que los procesos autorreflexivos son fundamentales para lo que queremos decir con conciencia y el yo personal. Sin tales procesos, se presumiblemente respondería a los estímulos de manera automatizada y comprometida con el medio ambiente, es decir, sin los patrones característicos de comportamiento e introspección que se manifiestan como planes, estrategias, reflexiones, autocontrol, autocontrol e inteligencia.

Webgrafía

Grupo de investigación de metacognición de Unir

El grupo *Applied Metacognition* tiene como objetivo vincular la investigación teórica y la aplicada a los procesos metacognitivos. El cambio de la Sociedad del Conocimiento hacia el entorno digital ha suscitado nuevas reflexiones con respecto a los Modelos de Enseñanza y Aprendizaje. La investigación en los países anglosajones se centra en la comprensión de cómo funcionan los procesos de autoconsciencia y autorreflexión.



Accede a la página web a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<http://research.unir.net/blog/presentation-of-applied-metacognition-research-group-by-laura-bujalance/>

Bibliografía

Burón, J. y Orejas, J. B. (2002). *Enseñar a aprender: introducción a la metacognición*. Bilbao: Editorial Mensajeros.

Martí, E. (1995). Metacognición: entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y aprendizaje*, 18(72), 9-32.

Miele, D. B., Wager, T. D., Mitchell, J. P. y Metcalfe, J. (2011). Dissociating neural correlates of action monitoring and metacognition of agency. *Journal of cognitive neuroscience*, 23(11), 3620-3636.

Metcalfe, J. y Shimamura, A. P. (Eds.). (1994). *Metacognition: Knowing about knowing*. Cambridge: MIT press.



1. La metacognición:

- A. Es una propiedad exclusiva de los humanos.
- B. Se ha estudiado desde una única perspectiva.
- C. Se puede definir como conocimiento sobre el conocimiento.
- D. Se refiere exclusivamente a la metamemoria.

2. Gracias a la metacognición:

- A. Se utiliza una única técnica de aprendizaje.
- B. Se desarrollan estrategias de aprendizaje más efectivas.
- C. No se requiere aprendizaje.
- D. La memoria se usa menos.

3. La teoría de la mente se refiere a:

- A. La capacidad de modelar mentes.
- B. Las teorías constructivistas.
- C. Las teorías cognitivas sobre la mente.
- D. Las hipótesis de la escuela conductista.

4. Los procesos metacognitivos:

- A. Contribuyen a la capacidad de relación sociales.
- B. No tienen nada que ver con la dimensión social.
- C. Se centran en la autobservación y control de los otros.
- D. Monitorizan y seleccionan las acciones de los otros.

5. Según Nelson y Narens (1994), el meta-nivel:

- A. Es monitorizado.
 - B. Es controlado.
 - C. Se monitoriza a sí mismo.
 - D. Controla al nivel inferior.
- 6.** Según Nelson y Narens (1994), el meta-nivel:
- A. Es lógicamente independiente del nivel inferior.
 - B. Es dependiente del nivel inferior.
 - C. Tiene un modelo de sí mismo.
 - D. Tiene un modelo del nivel superior.

7. Según el pensamiento constructivista, los procesos metacognitivos:

- A. Son independientes de la Teoría de la Mente.
- B. Contribuyen a la desintegración del yo.
- C. Evitan la dependencia social.
- D. Dan sentido a los conocimientos que se adquieren.

8. La información se etiqueta como relevante o no en:

- A. La corteza prefrontal y orbitofrontal.
- B. La corteza occipital.
- C. Los circuitos frontoparietales.
- D. El hipocampo.

9. La línea media posterior de la corteza frontal forma parte de la red:

- A. De la amígdala.
- B. Del hipocampo.
- C. De los ganglios basales.
- D. De la formación reticular.

10. Los instrumentos culturales:

- A. Se relacionan con los procesos cognitivos, pero no los metacognitivos.
- B. Se consideran medios indispensables de regulación metacognitiva.
- C. Son ajenos al desarrollo del niño y sus procesos del aprendizaje.
- D. Han impulsado el constructivismo radical.

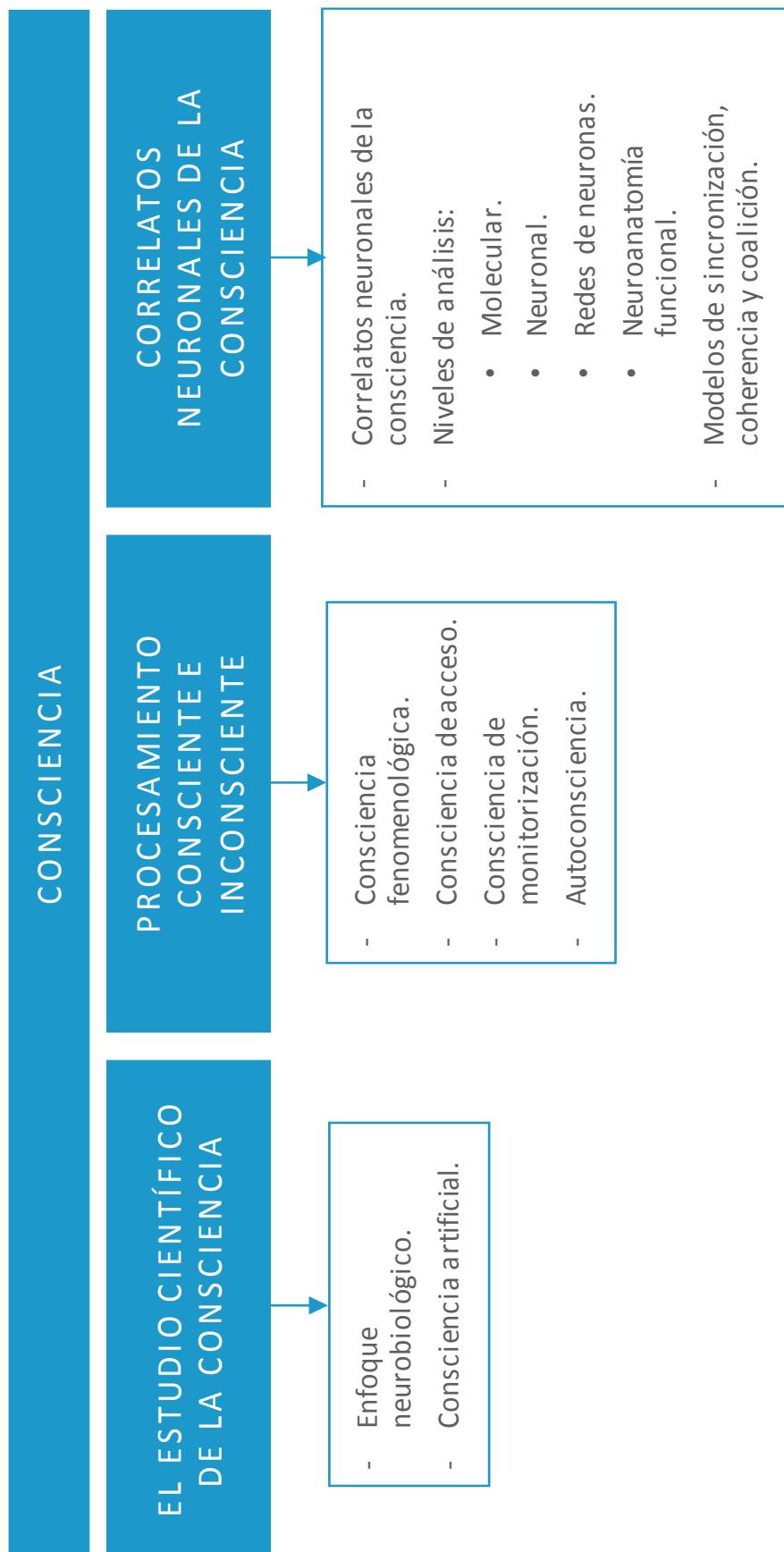
Neurociencia Cognitiva

Consciencia

Índice

Esquema	3
Ideas clave	4
15.1. ¿Cómo estudiar este tema?	4
15.2. Investigación de los procesos conscientes	5
15.3. Procesamiento consciente e inconsciente	7
15.4. Correlatos neuronales de la conciencia	8
15.5. Referencias bibliográficas	14
Lo + recomendado	16
+ Información	18
Test	20

Esquema



15.1. ¿Cómo estudiar este tema?

Para estudiar este tema lee las Ideas clave disponibles a continuación y el capítulo 7 del manual: Hochel, M. y Gómez, E. (2007). Metáforas de la Conciencia. En M. Hochel y E. Gómez (Eds.), *El rompecabezas del cerebro* (pp. 3-27).

Accede al manual a través del aula virtual o de la siguiente dirección web:

http://www.psicologiadelaconciencia.com/docs/libro/conciencia_capitulo_11.pdf

En este tema abordamos el reto de comprender qué es la conciencia, cómo se manifiesta en los humanos, cómo se puede medir y hasta qué punto es un fenómeno reproducible en máquinas. Obviamente, la profundidad de la cuestión excede con creces el espacio establecido para el tema, por lo que simplemente se ofrece una introducción a este reto científico y se facilitan punteros para que el alumno interesado pueda seguir investigando.

Los principales objetivos de este tema son:

- ▶ Identificar los problemas que aparecen en el estudio científico de la conciencia.
- ▶ Conocer las bases neurobiológicas de la conciencia.
- ▶ Comprender la diferencia entre conciencia y atención.
- ▶ Conocer los modelos computacionales relacionados con la conciencia.

Dado que la conciencia es un fenómeno que en muchas ocasiones se sitúa en la frontera misma de la ciencia, más que modelos computacionales concretos, este tema ofrece al alumno la posibilidad de entrar en contacto con las metáforas de la mente que tratan de explicar cómo se produce la conciencia.

15.2. Investigación de los procesos conscientes

Desde los inicios de la ciencia el hombre se ha preguntado qué es y cómo funciona la conciencia. La principal respuesta que tenemos hoy en día a estas preguntas es que todavía no sabemos cuáles son exactamente los mecanismos biológicos que dan lugar a este fenómeno.

Sin embargo, desde disciplinas como la psicología, la neurología o la filosofía se han planteado multitud de teorías e hipótesis acerca de la naturaleza de la dimensión consciente de los humanos y cuál es su origen y funcionamiento. Actualmente es obvio pensar, que al igual que la inteligencia, la conciencia de la que están dotados los seres humanos tiene su origen en el cerebro (aunque hay teorías que ponen de manifiesto la gran importancia que tiene la interacción con el medio en la generación de la conciencia). Desde el enfoque multidisciplinar de la neurociencia cognitiva también podemos ocuparnos de este reto científico.

El estudio de la conciencia es uno de los mayores retos de la ciencia. A menudo ha sido un tema esquivo y ausente en los círculos puramente científicos. Sin embargo, con los últimos avances en neurociencia, en las últimas décadas el problema de la conciencia ha atraído el interés de científicos de diversas áreas (Arrabales, 2011). En cualquier caso, descifrar los misterios de la conciencia sigue siendo un auténtico desafío. Como dijo Leibniz hace tres siglos: «si pudiéramos aumentar el tamaño del cerebro hasta hacerlo tan grande como una gran fábrica, podríamos entrar dentro y examinarlo. Pero aun así no encontraríamos la conciencia».

Ni siquiera podríamos apreciar cuál es el mecanismo que da origen a la voluntad humana. Simplemente observaríamos un incontable número de sucesos que tienen lugar en miles de millones de neuronas y las conexiones que las unen. Cada uno de estos sucesos seguiría inexorablemente las leyes físicas, no observaríamos ningún hecho particular que nos indicase la producción del fenómeno de la conciencia. En

definitiva, estas posiciones argumentan que la conciencia no se puede entender haciendo un estudio puramente neurobiológico.

Desde un punto de vista puramente biológico, hoy en día la mayoría de científicos argumentan que la conciencia e inteligencia humanas han aparecido como una ventaja evolutiva, siendo a la vez el origen y el soporte del tejido social y cultural de las civilizaciones. A menudo, la conciencia se define basándose en la relación existente en los humanos entre los siguientes procesos mentales: atención, razonamiento, reconocimiento y comportamiento. Es decir, un ser consciente presenta la capacidad de atención hacia una cosa, y puede pensar acerca de ella, qué es, cómo es, por qué es así, etc., con el objetivo de reconocerla. Una vez que el objeto (o suceso) se identifica, el sujeto lo ha reconocido y entonces decide qué quiere hacer con él. Se dice que las representaciones mentales sobre las que operan estos mecanismos constituyen los contenidos conscientes de la mente humana.

El paradigma de la conciencia artificial se inspira en estos procesos observados en los humanos (y en otros mamíferos) con el objetivo de conseguir sistemas artificiales que presenten capacidades y funcionalidades análogas a las naturales. Sin embargo, el diseño de un modelo de conciencia artificial implicaría un conocimiento extenso y preciso de las teorías más consagradas que explican el origen de la conciencia en los humanos.

No obstante, no existe hoy en día un cuerpo de conocimiento establecido que explique definitivamente qué es y cómo surge la conciencia. En lugar de esa situación ideal, se dispone de un amplio conjunto de modelos y teorías sin confirmación o refutación absoluta. Es más, a menudo no existe una coherencia entre las hipótesis planteadas por diferentes autores. Incluso se mezclan diferentes niveles de complejidad y conocimiento de forma confusa, lo que dificulta en gran medida el entendimiento y la comparación de las hipótesis existentes.

15.3. Procesamiento consciente e inconsciente

Con el objetivo de establecer un contexto claro para los trabajos de investigación sobre la conciencia, evitando la composición de diferentes aspectos de la conciencia que a menudo se confunden y mezclan indiscriminadamente, se puede tomar como referencia la distinción establecida por Block acerca de las diferentes dimensiones de la conciencia (Block, 1995). Block distingue entre:

- ▶ Conciencia fenomenológica (Conciencia P).
- ▶ Conciencia de acceso (Conciencia A).
- ▶ Conciencia de monitorización (Conciencia M).
- ▶ Autoconciencia (Conciencia S).

La conciencia fenomenológica o Conciencia P se refiere al conjunto de experiencias subjetivas (qualia) que un ser siente por el hecho de ser consciente. La conciencia de acceso o Conciencia A es el mecanismo que posibilita el acceso a los contenidos de la mente para su uso en el razonamiento, el habla y los actos volitivos (la toma de decisiones consciente). La conciencia de monitorización o Conciencia M engloba los procesos de percepción interna o introspección. Por último, la autoconciencia o Conciencia S es la capacidad de autoreconocerse y razonar acerca del yo reconocido.

Por lo tanto, se distinguen diversas formas de ver la conciencia. Por un lado, un sujeto es consciente cuando presta atención a un objeto del exterior, conociéndolo y comprendiéndolo mientras este es foco de su atención (Conciencia A); por otro lado, el sujeto puede percibir y sentir cualidades específicas – el cómo es sentir o percibir un determinado estímulo– por ejemplo, la rojez del rojo (Conciencia P). Adicionalmente, el sujeto también puede percibir hasta cierto punto su propio estado interior (Conciencia M), e incluso ser consciente de su propio yo (Conciencia S).

Si bien es cierto que el cuarteto propuesto por Block es muy útil para analizar tanto las teorías actuales sobre la conciencia como los posibles modelos de conciencia artificial propuestos, es también preceptivo conocer otras clasificaciones y definiciones que se utilizan a menudo en el estudio de la conciencia.

Una distinción típica es la que se realiza entre la conciencia en relación a un sujeto (**conciencia de la criatura**) y en relación a un estado (**conciencia de un estado**). No es lo mismo decir que una persona (u otro organismo) es consciente que decir que uno de los estados mentales que posee esa criatura es consciente. En general se dice que un sujeto es consciente porque es capaz de mantener estados mentales conscientes. En otras palabras, los seres conscientes tienen tanto **estados mentales conscientes** como **estados mentales inconscientes**.

Dentro de lo que se denomina **conciencia de criatura** también se suele distinguir entre **conciencia intransitiva** y **conciencia transitiva**. Decir que un organismo tiene **conciencia intransitiva** significa que el sujeto está en **vigilia y alerta** (concepto relacionado con el arousal), en contraposición a estar dormido o en estado comatoso. Sin embargo, decir que un organismo es consciente de algo (**conciencia transitiva**) significa que está **percibiendo ese algo de forma explícita y experimenta estados fenomenológicos asociados a los contenidos percibidos** (qualia).

15.4. Correlatos neuronales de la conciencia

Desde que Santiago Ramón y Cajal proporcionara a la comunidad científica internacional las bases de la neurociencia moderna, se ha realizado una búsqueda incansable por parte de prestigiosos científicos de los llamados **correlatos neuronales de la conciencia** (CNC). Se asume, quizás erróneamente, que la identificación exacta de los procesos neuronales que dan lugar a la conciencia y sus propiedades específicas implicaría la comprensión de los mecanismos subyacentes.

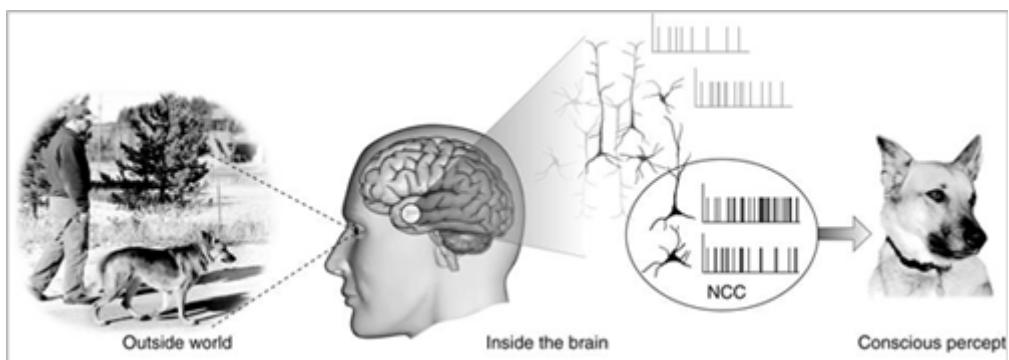


Figura 1. Representación de los correlatos neuronales de la conciencia

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3189184>

Aunque existen diversos candidatos defendidos por numerosos científicos, parece claro que la búsqueda de estos correlatos neuronales no ha llegado a su fin. Análogamente, en el campo de la conciencia artificial, se podría intentar caracterizar la conciencia en función de sus **correlatos computacionales**. Algunos aspectos importantes en este ámbito serían la diferenciación entre procesos conscientes e inconscientes y sus características asociadas, ya sean relativas al tipo de conocimiento gestionado, el tipo de procesamiento realizado, etc.

Aunque históricamente el estudio científico de la conciencia humana estuvo de alguna forma relegado, desde que el premio Nobel Francis Crick (codescubridor de la estructura del ADN) proclamó que **la conciencia debía ser abordada desde una perspectiva científica**, y que tal perspectiva debía ser liderada por la neurociencia, empezaron a salir a la luz numerosas investigaciones científicas orientadas a explicar cómo se produce la conciencia en el cerebro.

Según Crick (Crick y Clark, 1994): «nuestros gozos y nuestras penas, nuestros recuerdos y nuestras ambiciones, nuestro sentido de identidad personal y de libre albedrío, no son en realidad sino la conducta de vastos ensamblajes de neuronas y de sus moléculas asociadas».

Existen otras corrientes de pensamiento que no están de acuerdo con la asercción de Crick (**enfoque materialista**), y que indican que se necesita algo más que tejido nervioso para dar lugar a la conciencia (**enfoque dualista**). En este sentido, es interesante destacar que durante las últimas décadas los avances científicos en el campo de la neurología han propiciado la aparición de numerosas teorías acerca de la base neurobiológica de la conciencia.

El estudio científico de la conciencia se realiza a distintos niveles. A nivel neurológico el objetivo es la identificación y comprensión de los procesos neuronales que producen los pensamientos conscientes. A este nivel, la analogía correspondiente en el campo de la conciencia artificial sería la **identificación de la arquitectura** necesaria para producir conciencia y la determinación del **tipo de procesamiento de la información necesario**.

En el plano de las **ciencias cognitivas**, el reto se enmarca en la **identificación de las funcionalidades clave de la conciencia y la sinergia existente entre las mismas**.

Dentro del ámbito de los **estudios neurobiológicos**, los trabajos de investigación suelen agruparse en los **niveles molecular, neuronal y de redes o grupos de neuronas**. A nivel molecular se llegan a estudiar incluso las interacciones cuánticas entre los elementos intracelulares como los microtúbulos. A nivel neuronal, toma especial relevancia el funcionamiento concreto de cada célula cerebral y los procesos de sinapsis. Por último, el estudio de organizaciones de neuronas se centra tanto en los pequeños grupos funcionales de neuronas, como en las columnas corticales o grandes asambleas de neuronas, por ejemplo, las de percepción visual.

Las preguntas que la neurociencia debe responder con respecto a los CNC son las siguientes: ¿Cuál es la diferencia entre los procesos mentales que se correlacionan con la conciencia y los que no? ¿Las neuronas implicadas en los procesos conscientes son de algún tipo en particular? ¿Hay algo diferente en la forma en que se conectan? ¿Existe alguna diferencia en el modo de activación?

Algunos autores argumentan que la propia búsqueda de los CNC tal y como la planteaban Crick y Koch podría ser en sí un error conceptual. De hecho, otros investigadores, como O'Regan, sugieren que la conciencia fenomenológica es un proceso análogo al de la vida, no siendo posible definir este como una **propiedad estructural o funcional del cerebro**, sino como un fenómeno que **se manifiesta durante la interacción del sujeto con su entorno**.

En el sistema nervioso central humano existen multitud de redes de neuronas que tienen una determinada función. Por ejemplo, los nervios ópticos se encargan de transmitir y procesar la información visual proveniente de los ojos. Teniendo en cuenta esta distribución de las funciones cerebrales, parece lógico pensar que existen en el cerebro determinadas estructuras en las cuales reside la conciencia. La búsqueda de estas zonas del cerebro desde el punto de vista de la **neuroanatomía funcional** ha sido el objetivo de muchos investigadores del campo de la neurociencia.

En general, aunque se han identificado estructuras esenciales para mantener la conciencia, parece haber consenso en que los procesos conscientes involucran áreas extensas de diferentes zonas del cerebro, por lo que la clave estaría más en la forma de sincronización de estas áreas que en las zonas concretas.

Aunque no hay un consenso sobre la forma concreta en la que la conciencia se genera en el cerebro, sí que existen ciertas propiedades, características y suposiciones comúnmente aceptadas por la comunidad científica dedicada a las neurociencias. En concreto, la literatura contiene alusiones recurrentes a **procesos de sincronización globales, coherencia o coaliciones neuronales**.

En base a estos conocimientos sobre neurobiología se han propuesto diversas teorías o hipótesis que tratan de dar explicación a la producción de la conciencia en el cerebro. Las siguientes propuestas son de especial interés para la investigación en conciencia artificial:

- ▶ La sincronización y coherencia neuronal.
- ▶ La hipótesis del Núcleo Dinámico (ND) y la Teoría de la Selección del Grupo de Neuronas (TSGN) de Edelman y Tononi
- ▶ Teoría de la Integración de la Información (TII) de Tononi.
- ▶ Teoría del Marcador Somático (TMS) de Damasio.

Por restricciones de espacio, pasaremos a comentar solo los conceptos de sincronización y coherencia neuronal. Para una descripción más detallada de otros modelos ver los trabajos de Arrabales (2011) y el material de estudio de este tema (Hochel y Gomez, 2007).

Una de las características principales de la experiencia consciente es que es unitaria. Sin embargo, gracias a los estudios neurobiológicos, se sabe que el cerebro no funciona de forma unitaria. Dado que el contenido de la conciencia es único e integrado en cada momento, mientras que el procesamiento inconsciente de la información es masivamente paralelo, muchas de las teorías analizadas se basan de una u otra forma en los conceptos de **sincronización, coherencia o coalición**. En definitiva, cualquier teoría de la conciencia tiene que explicar cómo es posible que se genere un único hilo secuencial coherente a partir de mecanismos masivamente paralelos y aparentemente asíncronos. Es decir, una buena teoría de la conciencia tiene que dar solución al **problema de la unidad de la experiencia consciente (binding problem)**.

En el cerebro las propiedades de los objetos que se perciben están separadas. Regiones neuronales específicas detectan el color, la forma, el movimiento, etc. Sin embargo, la **percepción consciente de los objetos se manifiesta como una unidad**. Los científicos, por lo tanto, concluyen que debe existir un mecanismo cerebral que permite unir e integrar todos los aspectos de la percepción para generar la

experiencia consciente. Este mecanismo tiene que estar relacionado con alguna forma de sincronización y conexión de diversas regiones cerebrales.

A nivel neuronal, la sincronía se entiende como un número elevado de neuronas, correlacionadas entre sí, que se activan de forma similar en el mismo instante. Se ha especulado acerca de que la sincronía neuronal proporciona una especie de suma que puede dar lugar a un conjunto integrado con entidad única. En su búsqueda de los correlatos neuronales de la conciencia, Crick y Koch llegaron a argumentar que la **activación sincronizada a 40 Hz (ondas gamma)** de coaliciones de neuronas era la base física de la conciencia. Aunque más tarde se retractaron al comprobar que estas activaciones entre 35 y 75 Hz en la corteza cerebral no tenían que estar necesariamente relacionadas con los procesos conscientes. Muchos investigadores de la conciencia han estudiado la sincronía gamma y su posible relación con la conciencia, sin embargo, aún no está claro el papel que juegan en la producción de la conciencia las ondas gamma producidas en la neocorteza.

Situada en una línea de investigación análoga, la **teoría del cerebro oscilatorio** argumenta que los procesos oscilatorios que tienen lugar en el cerebro, y que se manifiestan por medio de las oscilaciones en el EEG, son el puente que puede explicar la relación entre las funciones cognitivas y los estados conscientes del cerebro. Este tipo de teorías podría proporcionar a la neurofisiología la clave de la **integración de la actividad de las áreas cerebrales** con las correspondientes funciones mentales desde un punto de vista global.

También Damasio habla de coherencia en otro sentido similar. La **reverberación en zonas neuronales de convergencia sensorial integra la información de cada sentido.**

A su vez, toda la información procedente de cada sentido se integra en una única zona de convergencia multimodal que daría lugar a los contenidos conscientes. De forma similar Schacter plantea la teoría de que múltiples módulos especializados mandan información a un único módulo consciente y analizan evidencias de la disociación de los diferentes tipos de conocimiento en el cerebro.

En cuanto a la conciencia de estado, sí que se han identificado zonas del cerebro bien definidas cuya lesión provoca la pérdida de conciencia. Como hemos visto en otros temas, el **sistema activador reticular ascendente** juega un papel primordial en asegurar un nivel mínimo de activación (arousal). En general, también se habla de **redes talamo-corticales** y diversos **núcleos del tálamo** cuya lesión provoca pérdida de conciencia.

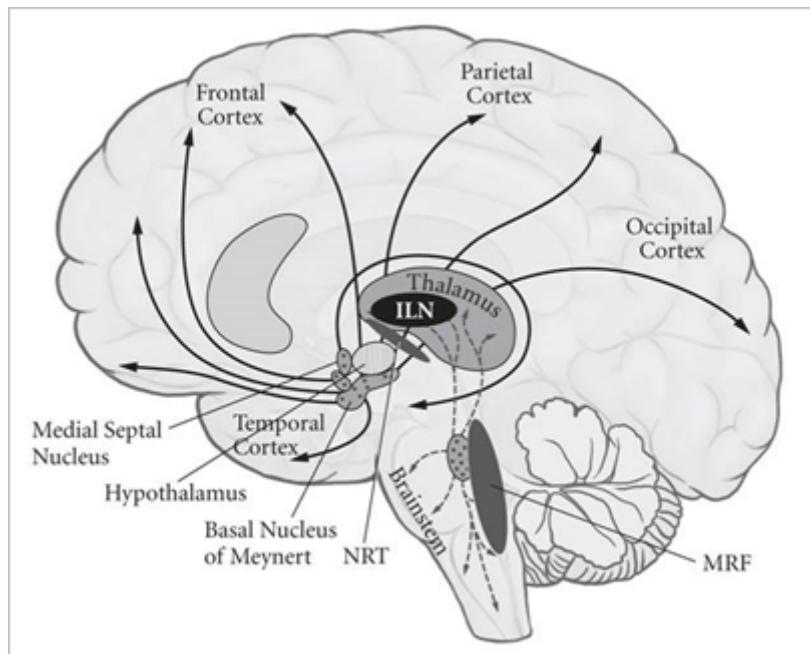


Figura 2. Áreas del cerebro asociadas con la sustentación de estados de conciencia
Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NeuralCorrelatesOfConsciousness2.jpg>

15.5. Referencias bibliográficas

Arrabales, R. (2011). Evaluation and Development of Consciousness in Artificial Cognitive Systems (Doctoral dissertation, Universidad Carlos III de Madrid, España).

Block, N. (1995). On a confusion about a function of consciousness. *Behavioral and brain sciences*, 18(2), 227-247.

Crick, F. y Clark, J. (1994). The astonishing hypothesis. *Journal of Consciousness Studies*, 1(1), 10-16.

Lo + recomendado

No dejes de leer

The Astonishing Hypothesis

Crick, F. y Clark, J. (1994). The Astonishing Hypothesis. *Journal of Consciousness Studies*, 1(1), 10-67.

Artículo clásico de Crick y Clark en el que se debate el tema del reduccionismo y los argumentos del tipo «no eres más que un puñado de neuronas».

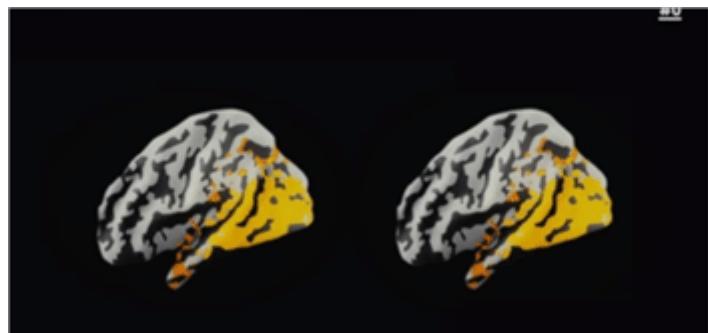
Accede al artículo a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<http://www.ingentaconnect.com/content/imp/jcs/1994/00000001/00000001/art0001>

No dejes de ver

Consciencia, el poder de la mente (documental sobre la conciencia)

Todos nosotros somos los autores de una película única en el mundo, rodada en tres dimensiones y narrada por nuestra voz interior, esta es la película de nuestra conciencia. Tejida a base de sensaciones y que solo nos pertenecen a nosotros, este cuento interior, privado, íntimo se está convirtiendo en objeto de estudio por parte de la ciencia. ¿Pero podemos observar a nuestra conciencia como observamos las cosas del mundo que nos rodea?



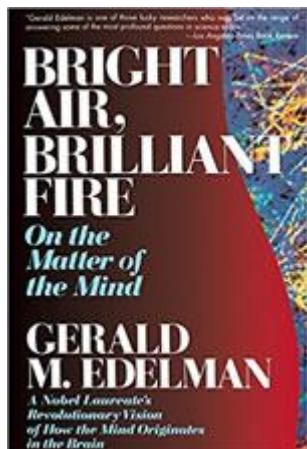
Accede al vídeo a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<https://www.youtube.com/watch?v=T6GA6gAqnDA>

A fondo

Bright Air, Brilliant Fire: On the Matter of the Mind

Windhorst, U. y Johansson, H. (Eds.). (2012). Modern techniques in neuroscience research. Berlín: Springer Science & Business Media.



Estamos al borde de una revolución en la neurociencia tan importante como la revolución galileana en física o la revolución darwiniana en biología. El premio Nobel Gerald M. Edelman no está de acuerdo con los muchos enfoques cognitivos y conductuales actuales del cerebro que dejan a la biología fuera de la realidad, y sostiene que el funcionamiento del cerebro se parece más a la ecología viviente de una jungla que a las actividades de un ordenador.

De estas ideas surgen algunas conclusiones sorprendentes: la individualidad está necesariamente en el centro de lo que significa tener una mente, ninguna criatura nace libre de valores, y ninguna teoría física del universo puede pretender ser una «teoría del todo» sin incluir una cuenta de cómo el cerebro da lugar a la mente. No hay mayor desafío científico que entender el cerebro. *Bright Air, Brilliant Fire* es un libro que proporciona una ventana a ese entendimiento.

Webgrafía

Conscious Robotos

Página web dedicado a la conciencia artificial.



Accede a la página web a través del aula virtual o desde la siguiente dirección web:

<http://www.conscious-robots.com/publications/>

Test

8

1. El estudio científico de la conciencia:

- A. Es relativamente reciente.
- B. Se inicia con el comienzo de la ciencia.
- C. No es un aspecto controvertido.
- D. Aún no se ha iniciado.

2. La conciencia:

- A. Parece que se puede entender a nivel neurobiológico.
- B. Parece que ha aparecido como una ventaja evolutiva.
- C. Es un tema ajeno a la ciencia moderna.
- D. Se comprende totalmente en la actualidad.

3. ¿Cuál de los siguientes no es un tipo de conciencia de los distinguidos (1995)?

- A. Consciencia de control.
- B. Consciencia de acceso.
- C. Autoconsciencia.
- D. Consciencia de monitorización.

4. Cuando hablamos de «la rojez del rojo» nos referimos a:

- A. Consciencia fenomenológica.
- B. Consciencia A.
- C. Consciencia S.
- D. Autoconsciencia.

5. Los seres conscientes:

- A. No tienen estados inconscientes.
- B. Siempre tienen estados conscientes.
- C. Pueden poseer también conciencia de un estado.
- D. No tienen conciencia de la criatura.

6. Estar en estado de alerta se refiera a la conciencia:

- A. Intransitiva.
- B. Transitiva.
- C. Periférica.
- D. Autorreflexiva.

7. El enfoque dualista defiende que:

- A. La mente y el cerebro son la misma cosa.
- B. La conciencia se explica en base a los procesos biológicos.
- C. La conciencia se explica en base a los procesos físicos.
- D. Se necesita algo más que tejido nervioso para generar la conciencia.

8. El análisis de los microtúbulos de las neuronas pertenece a un nivel:

- A. Molecular.
- B. Neuronal.
- C. De redes de neuronas.
- D. Neuroanatómico.

9. La sincronización y coherencia neuronal trata de explicar:

- A. La generación de hilos paralelos de procesamiento.
- B. La generación de un hilo secuencial.
- C. La inexistencia de hilos secuenciales.
- D. El asincronismo masivamente paralelo.

10. La lesión de diversos núcleos del tálamo puede provocar:

- A. Estados aumentados de conciencia.
- B. Pérdida de conciencia.
- C. Aumento de la activación.
- D. A y C son correctas.