

Esteban León Correa / Bernardo Peña Herrera

Psicología del aprendizaje y la memoria

Universidad Politécnica Salesiana

Psicología del aprendizaje y la memoria

Esteban León Correa y Bernardo Peña Herrera

Psicología del aprendizaje y la memoria



ABYALA | UPS

2022

Psicología del aprendizaje y la memoria

©*Esteban León Correa y Bernardo Peña Herrera*

1ra edición:

© Universidad Politécnica Salesiana
Av. Turuhuayco 3-69 y Calle Vieja
Cuenca-Ecuador
Casilla: 2074
P.B.X. (+593 7) 2050000
Fax: (+593 7) 4 088958
e-mail: rpublicas@ups.edu.ec
www.ups.edu.ec

CARRERA DE PSICOLOGÍA

Diagramación:

Editorial Universitaria Abya-Yala
Quito-Ecuador

ISBN UPS:

978-9978-10-656-3

ISBN Digital:

978-9978-10-659-4

Impresión:

Editorial Universitaria Abya-Yala
Quito-Ecuador

Tiraje:

300 ejemplares

Impreso en Quito-Ecuador, mayo de 2022

Publicación arbitrada de la Universidad Politécnica Salesiana

El contenido de este libro es de exclusiva responsabilidad de los autores.



Índice

| | |
|---------------|---|
| Prólogo | 9 |
|---------------|---|

PRIMERA PARTE CONDICIONAMIENTO Y APRENDIZAJE

| | |
|---------------------------------------------------------|----|
| Tema 1 | |
| Introducción al estudio del aprendizaje | 13 |
| Tema 2 | |
| Modelos de aprendizaje: asociativo y no asociativo..... | 29 |
| Tema 3 | |
| Condicionamiento clásico | 41 |
| Tema 4 | |
| Condicionamiento instrumental u operante | 67 |

SEGUNDA PARTE PSICOLOGÍA DE LA MEMORIA

| | |
|---------------------------------------------------|-----|
| Tema 5 | |
| Introducción a la psicología de la memoria..... | 97 |
| Tema 6 | |
| Memorias sensoriales y memoria a corto plazo..... | 125 |

Tema 7

Memoria a largo plazo..... 157

Tema 8

Memoria declarativa y no declarativa..... 189

Referencias bibliográficas 217

A nuestros maestros que nos formaron, a nuestros alumnos que nos enseñaron, a todos aquellos profesionales de la salud mental, salud física, personal sanitario y docentes que han estado al pie del cañón durante esta pandemia del COVID-19.

Finalmente, a todas las víctimas de esta pandemia y a sus seres queridos que aún lloran estas pérdidas irreparables.

Prólogo

En nuestra experiencia docente, investigativa y laboral, Bernardo y yo nos hemos podido dar cuenta de la necesidad de un compendio corto y sencillo que explique claramente la psicología del aprendizaje y la memoria para los estudiantes y profesionales de varias ramas de las ciencias sociales y naturales (por ejemplo: psicología, educación, neurociencias, economía, *marketing*, medicina, etc.). Conseguir lo antes mencionado no es tarea fácil, pues aunque la psicología es una ciencia relativamente joven, su historia, antecedentes y cuestionamientos recogidos de otras ciencias hermanas se remontan incluso a los tiempos de la Grecia Antigua. Además, hay que sumarle que la brecha entre la psicología y las neurociencias es cada vez más estrecha y esto ha permitido un crecimiento acelerado de la psicología, tanto en el área de investigación como en la validación de sus métodos de diagnóstico e intervención.

En nuestra cultura ecuatoriana y en varios otros países de Latinoamérica, ha existido una gran dificultad en el cambio hacia el paradigma de la psicología basada en la evidencia. Hemos identificado una imperiosa necesidad por conectar aspectos filosóficos y antropológicos de la psicología con el método científico, para finalmente comenzar a aterrizar varios modelos teóricos hacia lo empírico de una manera sistemática y crítica. De igual manera, con esto se busca que cada una de las intervenciones que se utilizan esté basada en estudios que certifiquen su efectividad. Esto debe ser un compromiso profesional y ético de cada uno de nosotros, ya no basta con que una técnica o intervención nos parezca lógicamente correcta o que haya

funcionado antes con un paciente que tenía “algo parecido”. Ya no basta con hacer un diagnóstico “al ojo” sin consultar la bibliografía científica y los nuevos hallazgos de la literatura.

Este libro permite evidenciar que el paso desde la filosofía hasta el método científico es un proceso lineal que ya ocurrió hace varios años atrás y donde ambos son totalmente complementarios y necesarios. Esto exige nuestra actualización para potenciar los beneficios que la psicología, como ciencia, puede aportar a nuestra sociedad.

La recomendación personal es que este libro lo tengan siempre a la mano para consular aspectos teóricos y prácticos que puedan ser de rápido acceso al encontrarnos con casos en los que se aborden temáticas de aprendizaje y memoria. También puede ser muy útil para docentes que buscan enseñar de una manera práctica, rápida e interesante aspectos cognitivos de la psicología y abrir el horizonte de acción hacia campos aún desconocidos en nuestras sociedades, como los métodos de investigación en psicología, la psicometría, la neuropsicología, la psicología cognitiva, la psicopedagogía, el *neuro-marketing*, la neuroeconomía, la gerontología, etc.

Esteban León Correa
Psicólogo clínico, cognitivo y neuropsicólogo

PRIMERA PARTE

CONDICIONAMIENTO Y APRENDIZAJE

Introducción al estudio del aprendizaje

El origen del aprendizaje

Para poder comprender la evolución del aprendizaje durante todos estos años, tenemos que estudiar a los primeros filósofos y sus teorías sobre el aprendizaje.

El aprendizaje es utilizar herramientas de tus experiencias con un fin constructivo. Es ganar información por medio de experiencias. Modificar tu pensamiento y tu inteligencia. Según la Real Academia Española (RAE), una teoría es una serie de leyes que sirven para relacionar determinado orden de fenómenos. Los diferentes modelos de aprendizaje que abordaremos a continuación nos darán un recorrido cronológico y de información sobre cómo nuestros antepasados fueron cuestionando la mente, la razón, las experiencias y los sentidos, y podremos descubrir las diferentes teorías que plantearon. Puede decirse que, desde sus orígenes, el ser humano ha ido aprendiendo de diferentes maneras y métodos: para comer debían pensar y aprendieron a cazar, para no tener frío crearon ropa de los animales y un sin número de aprendizajes que nuestros antepasados nos dejaron como reliquia. Sin embargo, fue entre el Renacimiento (el descubrimiento de América) y la Segunda Guerra Mundial cuando aparecieron la mayoría de los filósofos o psicólogos con estas teorías sobre el aprendizaje. A continuación, revisaremos estas corrientes en orden cronológico.

Asociacionismo

El primer filósofo que cuestionó el aprendizaje fue Aristóteles (384-322 a. C.). Decía que todos nacemos sin información alguna y que a medida que vamos creciendo, ganamos experiencia y así aprendemos y adquirimos conocimientos. Aristóteles llamó a esta teoría el asociacionismo, que tenía tres factores: la contigüidad, la frecuencia y la similitud. El asociacionismo era una idea basada en que los elementos del pensamiento estaban relacionados entre sí, mediante los tres factores antes mencionados. Si haces un ejercicio, por ejemplo, decir la primera palabra que se te viene a la mente luego de que te digan una, podremos darnos cuenta de que el ser humano asocia muchos elementos, como al decir “lápiz” lo más seguro es que contestes “borrador” o al decir “juguete” podrías decir “niño”. La *contigüidad* se basaba en la premisa de que hay cosas que ves al mismo tiempo y en el mismo lugar, por ejemplo, la luna y las estrellas. La *frecuencia* se refiere a que mientras más veces experimentes ver dos elementos juntos, más te vas a acordar de ellos. Por último, la *similitud* es cuando dos cosas son parecidas o están relacionadas y una te hace pensar en la otra.

Otro asociacionista conocido fue William James (1842-1910), quien siguió la teoría de Aristóteles. James fue el padre de la psicología en Estados Unidos. Hablaba del método pragmático (dar respuestas prácticas a problemas cotidianos) y de cómo aprendemos los hábitos mediante experiencias vivenciales.

Empirismo

Se basa en la idea de que todo *se aprende en base a las experiencias*. El fuego es un ejemplo claro del empirismo, nuestros antepasados cogían dos rocas y mediante su fricción descubrieron que este existía. Los filósofos que adoptaron esta idea fueron los llamados “empiristas británicos”, entre los siglos XVII y XIX. John Locke (1632-1704), filósofo británico, fue uno de los empiristas más cono-

cidos de la época. Al igual que Aristóteles, creía que el ser humano nacía como una página en blanco o una pizarra en blanco, *tabula rasa* en latín, y creía fervientemente en que dentro de la mente no existían nada más que ideas generadas por los sentidos una vez que la persona iba creciendo y creando experiencias. Dado que la Reforma ocurrió a finales del siglo XVII, fue durante esta época que la ciencia progresó notoriamente.

Racionalismo

Todo lo que conocemos viene de la razón, pero sin los sentidos participando. La razón es la capacidad que tiene el ser humano para razonar sobre ideas y conceptos en busca de formar un criterio (Domjan, 2010a).

Platón (427-347 a. C.) decía que *se aprende recordando lo que ya existe en la mente* y que esta información se obtenía por los sentidos. Descartes (1596-1650) filósofo y matemático francés, creía que *la duda era el método* de investigar con el cual llegaríamos al aprendizaje, y fue dudando que concluyó que la mente sí existe: “Pienso, luego existo” (*Cogito ergo sum*) (1637). Descartes creía que la mente se conectaba al cerebro a través de la glándula pineal. El racionalismo, entonces, es el sistema que cree que el conocimiento nace gracias a la mente y es más aplicable a teorías cognoscitivas, a diferencia del empirismo, que es aplicable a las teorías del condicionamiento.

Dualismo cartesiano

Consiste en el principio en el cual *la mente y el cuerpo existen como dos mundos separados*, con características distintas y cada una con sus propias reglas (Gluck *et al.*, 2009).

El alma, para Descartes, es la parte que adquiere la capacidad de distinguir entre el bien y el mal, mientras el cuerpo se define por el entorno. El dualismo habla de que la gente actuaba de acuerdo a

su voluntad, sin embargo, Descartes hizo una acotación muy interesante, la cual con el pasar de los años no fue validada. Él dijo que el cuerpo humano funcionaba como un sistema hidráulico o una máquina autorregulada, decía que el proceso comenzaba cuando un estímulo externo entraba al sistema —como un estímulo visual— y hacía que los “espíritus” o fluidos, pasen por un tubo hueco desde nuestros ojos al cerebro y luego era reflejado como respuesta motora de salida. Esta acotación fue equívoca, ya que no existen espíritus que fluyan por el cuerpo humano.

Innatismo

En la Grecia Antigua, la escuela fundada por Platón reflexionaba sobre el origen y la naturaleza del conocimiento. Recordemos que Platón creía que el conocimiento era algo innato, es decir, que veníamos al mundo con conocimiento.

El innatismo, entonces, es un modelo de aprendizaje que dice que *nacemos con ideas acerca de ciertas cosas*. Platón creía que en nuestras vidas pasadas adquiriríamos conocimiento, pero al día de hoy lo único que queda como legado de esta teoría es que sí existen destrezas y habilidades innatas en el ser humano, pero deben de ser desarrolladas. Estas habilidades son conocidas hoy en día como genes. El aprendizaje del lenguaje es una de las formas por las cuales se considera que el niño nace con algún tipo de conocimiento básico, ya que la rapidez y la forma en que los niños lo adquieren suponen ser los grandes misterios del desarrollo infantil.

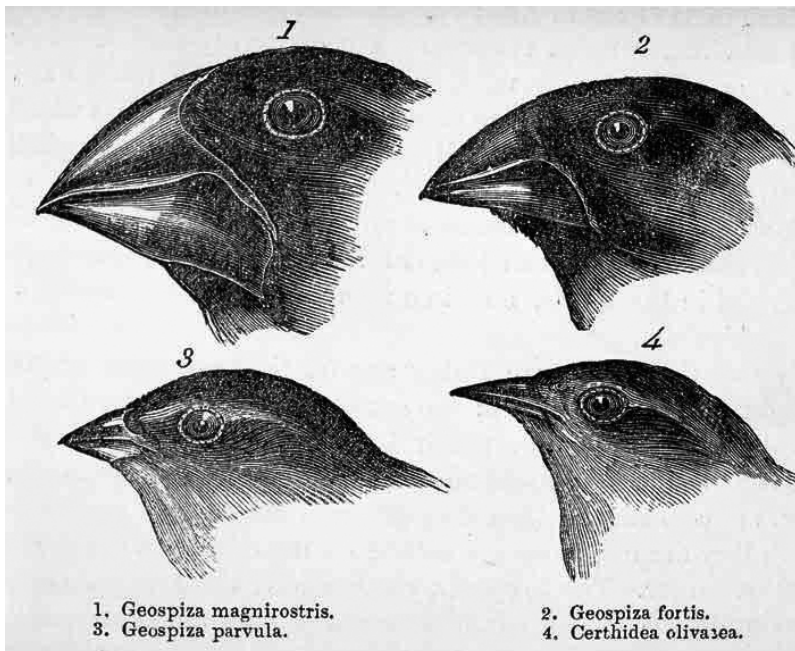
Selección natural: Charles Darwin y su teoría de la evolución

Charles Darwin nació en Inglaterra en 1809. A los 22 años, en 1831, viajó en una expedición para trazar el mapa de la costa de Sudamérica, quedándose en el archipiélago de Galápagos. En este lugar encontró una abundancia de especies antes desconocidas, donde se interesó principalmente en las especies de aves, específicamente los

pinzones. Darwin identificó 14 variedades de pinzones en las diferentes islas galapagueñas. Las características de los pinzones se diferencian en el pico, por ejemplo, existiendo unos con pico grueso y fuerte utilizado para romper los frutos secos de los cuales se alimentan en las islas donde existen semillas y, por otro lado, pinzones con picos largos y estrechos para atrapar los insectos existentes en las grietas de las cortezas de los árboles presentes en islas sin semillas. De esta manera, Darwin en su informe indicó que cada isla del archipiélago es habitada por una clase diferente de pinzones, cuyo pico se adapta dependiendo de los distintos hábitats de las islas (Gluck *et al.*, 2009).

Figura 1

Especies de pinzones



Nota. Tomado de Domjan, 2010a.

Darwin al proponer que el proceso de selección tiene su inicio en la naturaleza, también estudió características en los mamíferos, como el grosor de la piel. Al igual que las aves, varía entre los miembros de la misma especie. Los animales con piel más gruesa tienen una ventaja sobre los animales de piel más delgada cuando el clima es más frío; estos animales de piel gruesa viven más tiempo y su descendencia nace sucesivamente con piel más gruesa. La piel gruesa ayuda a la supervivencia de esta especie cuando los inviernos son más intensos, pero esta misma característica en un lugar templado, por ejemplo, es una desventaja, lo que produce que estas especies se desplacen a regiones con climas más cálidos. Con estas circunstancias es probable que los animales con piel delgada sobrevivan y lo transmitan en sus genes a generaciones futuras. Siendo una característica buena únicamente cuando contribuye a la continuación de la especie (Chance, 2001).

La teoría de la selección natural plantea un mecanismo de cómo ocurre la evolución. Esta afirma que las especies evolucionan al tener un rasgo que cumple tres condiciones, las cuales son:

1. *Rasgo heredable*. Este rasgo puede ser transmitido a sus descendientes.
2. *Variabilidad natural*. El rasgo debe variar entre los miembros individuales de la misma especie.
3. *Relevancia para la supervivencia*. El rasgo debe hacer al individuo apto para incrementar el éxito reproductivo.

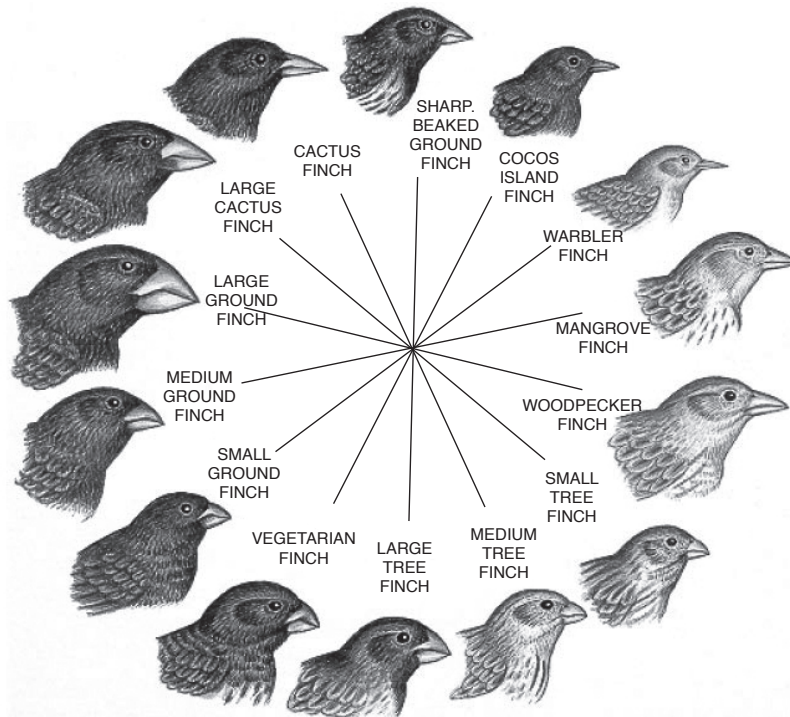
Estas tres condiciones son las que permiten que el individuo de la especie sobreviva, se aparee y se reproduzca, transmitiendo así el rasgo a su descendencia. Darwin sostenía que con el tiempo la selección natural el rasgo se extenderá entre la población, por medio del cual las especies evolucionan.

Bernard Weiner presentó, en 1994, un estudio sobre la reproducción de las moscas de la fruta. En su hábitat natural, el macho de este insecto inicia su apareamiento con una danza de cortejo. Sin

embargo, al modificar el ambiente en el laboratorio, a un escenario de total oscuridad, las moscas macho dejaron de danzar para las hembras, solo se movieron hasta encontrar su pareja y copular, y por otro lado las hembras no hacían ningún esfuerzo por escapar. Después de 14 generaciones, una nueva conducta de apareamiento evolucionó como respuesta al cambio del ambiente (Chance, 2001).

Figura 2

Pinzones de las islas Galápagos



Nota. Las 14 especies de pinzones descubiertas por Darwin en las islas Galápagos se adaptaron de acuerdo a la selección natural. Tomado de Domjan, 2010a.

Al igual que Darwin, Peter y Rosemary Grant confirmaron los estudios sobre la especie de las aves de los pinzones. Las aves cuyos

picos tenían 11 mm de largo podían comer las semillas de las plantas de abrojos. Estas semillas estaban encerradas en una vaina dura y espinosa. Las aves cuyos picos tenían 10,5 mm de largo no podían romper la vaina y obtener la semilla. La familia Grant afirmó que en tiempo de sequía el único alimento disponible en la isla eran las semillas de abrojo, por lo que el medio milímetro de diferencia en el pico significaba vivir o morir. En este estudio se encontró que las aves que tenían el pico pequeño morían, mientras que los sobrevivientes de picos más grandes originaron descendencia que tenían picos de hasta el 5 % más largo. Cuando la sequía terminó y las lluvias regresaron el abasto de semillas cambió. Ahora las aves con picos más pequeños tenían la ventaja (Gluck, *et al.* 2009).

En 1859, Darwin publicó el controversial libro *El origen de las especies*, mismo que fue un éxito en ventas. La idea de que los seres humanos y los simios evolucionan de un ancestro común no fue tomada favorablemente. Este texto sostiene que los rasgos conductuales pueden evolucionar mediante el mismo proceso de selección natural que los rasgos físicos. Actualmente, esta definición se conoce como *psicología evolutiva*, el estudio de la evolución de la conducta por medio de la selección natural. Esta premisa básica de psicología evolutiva es que el aprendizaje tiene un valor de supervivencia porque permite la adaptación al mundo cambiante y variable. Quienes tienen mayor capacidad de aprendizaje y memoria son más aptos, tienen mayor capacidad de sobrevivir y mayor probabilidad de transmitir sus capacidades a su descendencia. “No se transmite el contenido de lo que se aprende; el conocimiento aprendido es un rasgo adquirido que no puede heredarse. Lo que sí puede heredarse es la capacidad para el aprendizaje y la memoria” (Gluck *et al.*, 2009).

Estructuralismo

Es la mezcla entre el asociacionismo de Aristóteles y el método experimental. En el estructuralismo *se aprende la estructura de los procesos mentales*. Utilizaban la *introspección* que era algo como un

autoanálisis, observación. El creador de este método de aprendizaje fue Edward B. Titchener (1867-1927), psicólogo británico nacionalizado estadounidense. La introspección era el método experimental, el cual debía ser estudiado mediante una capacitación. Según la RAE, la palabra introspección viene del latín *instrospectio*, que quiere decir “mirar adentro” y se refiere a la mirada que se dirige a los propios actos o estados de ánimo.

Funcionalismo

La teoría del funcionalismo se desarrolló en Estados Unidos, entre finales del siglo XIX hasta la Primera Guerra Mundial, como una alternativa al estructuralismo. La teoría establece que *los procesos mentales y las conductas de los seres humanos colaboran en su adaptación al medio*. A diferencia del estructuralismo, los procesos mentales deben estudiarse no solo desde su naturaleza estructural sino también desde lo funcional (Álvarez, 2013). Mente y cuerpo interactúan. Esta teoría fue influenciada por el empirista William James (1842-1919), quien pensaba que las ideas son un resultado del estudio y del pensamiento abstracto, y que el objetivo de la conciencia es ayudar al ser humano a adaptarse a su entorno. Los funcionalistas prestaban mucha atención a los procesos mentales y las operaciones de estos, y su meta era explicar de alguna manera las características más complejas del comportamiento del ser humano a partir de elementos del condicionamiento (Shunk, 1997).

Conductismo

En los comienzos del siglo XX, las dos escuelas de pensamiento principales eran el estructuralismo y el funcionalismo, no obstante, los psicólogos empezaban a cuestionarse acerca de la conducta de las personas y ninguno de los métodos de aprendizaje estaba muy al tanto de aquello. El fundador del conductismo fue John Watson (1878-1958), quien nunca estuvo de acuerdo con que la conciencia fuera algo medible, aunque formuló algunos experimentos. Él afir-

maba que los recién nacidos podían demostrar tres emociones: el amor, el miedo y el enojo, y lo comprobó mediante un test a un niño de 11 meses de edad.

El conductismo se trata básicamente de emplear experimentos para poder estudiar el comportamiento o la conducta de los seres vivos. Iván Pavlov (1849-1936), fisiólogo ruso, determinó una nueva teoría dentro del conductismo, a la cual se llamó “condicionamiento”, esta teoría nace de un experimento realizado por Pavlov donde somete a un perro a varios escenarios. El experimento trataba de entender el comportamiento del animal ante un estímulo y encontrar la respuesta de este. El perro salivaba, aún antes de ver el alimento, cuando oía que la persona que le daba la comida se acercaba. Pavlov afirmaba que la salivación del perro era una respuesta natural, debido a la presencia de la comida, y al ver que la salivación existía antes de que el animal viera la comida, entendió y explicó que *toda conducta es una respuesta a algún estímulo o agente del ambiente*. El condicionamiento es uno de los métodos aplicados dentro del conductismo y se divide en clásico, emocional, operante y por contigüidad.

Otro conductista importante fue el norteamericano Burrhus Frederic Skinner (1904-1990), quien creía que *el aprendizaje explica la conducta y está controlado por los reforzadores*. Él decía que la situación en la que estés va a determinar tu comportamiento y que no todos reaccionamos igual a las mismas situaciones.

Conexionismo

La teoría del aprendizaje de Edward L. Thorndike (1874-1949) predominó en Estados Unidos en la primera mitad del siglo XX. Esta teoría se basa en que las neuronas se conectan entre ellas de manera perfecta y así se transmite la información. Se enfocaron en la “inteligencia artificial” (IA) para llegar a estas conclusiones. El conexionismo consiste en la *conexión de ideas, análisis y razonamiento*, donde los patrones de actividad se representaban a través de nodos.

Los conexionistas se basaban en ideas acerca de cómo se organizaba el cerebro. Esta teoría sentó bases para la neurociencia.

Constructivismo

Los dos psicólogos importantes dentro de este modelo son el suizo Jean Piaget (1896-1980) y el ruso Lev Vygotsky (1896-1934). Piaget decía que todo se iba construyendo, poco a poco, creía que el niño venía con conocimientos de cómo empezar a construir ciertas cosas y de cómo se podía construir el pensamiento desde la interacción con el medio. Piaget afirmaba que *nuestro desarrollo cognitivo se construye desde que nacemos*. En cambio, Vygotsky creía que las ideas se construían de acuerdo al medio. Las teorías del constructivismo se basan en la forma por la cual los seres humanos creamos sistemas para poderle dar sentido a nuestras experiencias y al mundo.

Cognitivismo

Se basa en procesos que vienen antes que la conducta; la manera en que percibimos, interpretamos, recordamos y pensamos acerca de los escenarios que experimentamos. Surgió a principios de los años 50 y ganó importancia a finales de los 60. Se recalcó el interés sobre el pensamiento, la solución de problemas, el lenguaje, la formación de conceptos y el procesamiento de la información.

Conectivismo

Es la nueva teoría de aprendizaje creada por George Siemens y se basa en el análisis de las tres grandes teorías: el conductismo, cognitivismo y el constructivismo. Estas tres teorías nacieron en una época donde la tecnología no era parte de nuestras vidas cotidianas ni había impactado nuestras técnicas de aprendizaje. La tecnología, hoy en día, afecta nuestra manera de vivir, de comunicarnos y de aprender. Estamos tan propensos a tener tanta información disponible que debemos comprenderla y saber distinguirla entre lo que importa y lo que no.

Definición del aprendizaje

El aprendizaje es una experiencia tan común para el ser humano, que es muy difícil que nos cuestionemos si estamos aprendiendo algo o no. “El aprendizaje es un cambio duradero en los mecanismos de la conducta que involucra estímulos y/o respuestas específicas y que es resultado de la experiencia previa con esos estímulos y respuestas o con otros similares” (Domjan, 2010b). Esta definición nos va a llevar a desarrollar los siguientes temas sobre el desempeño y los cambios conductuales.

La distinción entre el aprendizaje y desempeño

El desempeño no puede determinar si existió aprendizaje o no. Los cambios conductuales de las personas pueden determinar si se aprendió algo o no. El aprendizaje es definido por *cambios mecánicos en la conducta* y esta entonces sería la diferencia entre aprendizaje y desempeño. Al desempeño se lo puede determinar por varios factores.

El aprendizaje y otras fuentes de cambio conductual

La fatiga es uno de los cambios conductuales en el ser humano, ya que puede disminuir la capacidad de aprendizaje. Este cambio en la conducta no se lo considera aprendizaje. Existen varios factores por los que la conducta puede ser influenciada temporalmente, por ejemplo, un *cambio en las condiciones del estímulo*. Otro cambio temporal que no se considera dentro del aprendizaje serían las *alteraciones en el estado motivacional del ser humano*. La *maduración* es otro cambio del ser humano que no se atribuye al aprendizaje, sino al crecimiento del ser humano.

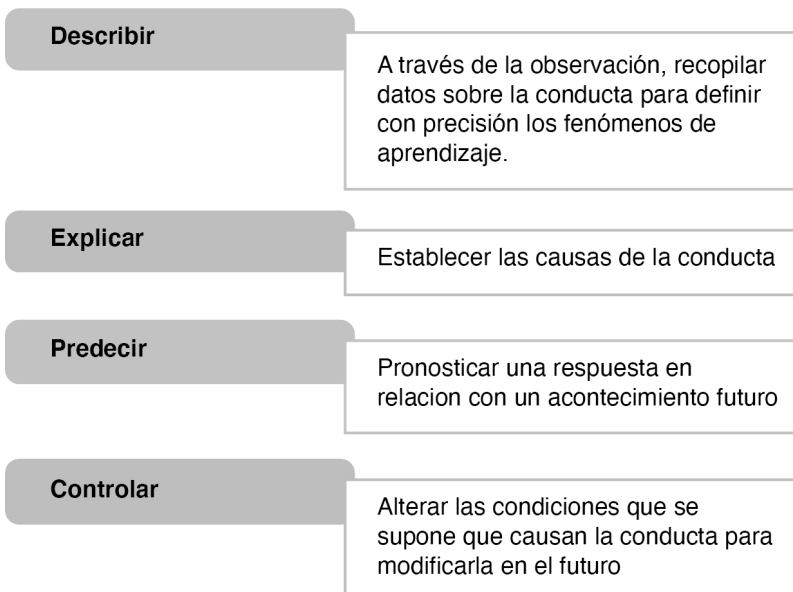
El método científico y la investigación en psicología del aprendizaje

El objetivo de la ciencia es describir, explicar y controlar o predecir los fenómenos naturales que solo se pueden utilizar desde una

visión natural de los hechos. Las distintas disciplinas se consideran científicas por el método que emplean. Lo que caracteriza a una ciencia es la utilización del método científico para la obtención de nuevos conocimientos. Esta limitación establece la diferencia entre lo que es ciencia y pseudociencia o entre las concepciones científicas y las religiosas. Sin embargo, estos límites no están establecidos y continúan siendo discutidos por los filósofos de la ciencia (Pellón *et al.*, 2014).

Figura 3

Objetivos de la psicología del aprendizaje como disciplina científica



Nota. Adaptado de Pellón *et al.*, 2014.

El método científico inductivo

Los investigadores de la psicología recurren al empleo de métodos científicos para justificar la condición de su disciplina. El método inductivo es utilizado para derivar teorías a partir de observa-

ciones. Galileo Galilei (1564-1642) deriva a través de este método la “ley del movimiento” respecto de la caída de los cuerpos a partir de la medición que realizó de las velocidades de unas pelotas que rodaban por un plano inclinado. Piaget describió las *etapas del desarrollo cognitivo* basadas en las observaciones del desarrollo de sus propios hijos (Greenwood, 2011).

El método científico hipotético-deductivo

Este método postula teorías y las pone a prueba mediante sus resultados deductivos o predictivos. Johannes Kepler (1571-1630) postuló su teoría sobre las órbitas elípticas para explicar los movimientos planetarios. León Festinger (1919-1989) afirmó que los sujetos comprometidos con ciertas creencias religiosas seguirán sosteniendo tales creencias ante evidencias contradictorias, como consecuencia de la *disonancia cognitiva*.

Greenwood (2011) sostiene que algunos científicos naturalistas y psicólogos desarrollaron así sus teorías. Metodólogos posteriores afirmaron que este método no es necesario, ya que muchas teorías exitosas se basan en presentimientos, conjeturas o especulaciones previas. Por ejemplo, Otto Loewi (1873-1961), inspirado en un sueño que había tenido, decidió reproducir las condiciones de este: suspendió los corazones de dos ranas en tanques que contenían líquido y que estaban separados y conectados por medio de tubos. Así descubrió que la estimulación del nervio vago de uno producía latidos cardíacos en ambos y fue entonces cuando reconoció que la sustancia química transmitida de un corazón a otro había producido la estimulación del segundo corazón, dando origen a la “teoría de los neurotransmisores”.

William Whewell (1794-1866) asevera que muchos de los avances significativos en la ciencia son producto de chispas oportunas de talento inventivo (como la postulación de las órbitas elípticas de Kepler). Esta respuesta crítica evolucionó en el siglo XX para convertirse

en la postura hipotético-deductiva. Popper (1967) afirma que la ciencia se desarrolla a través de un proceso de postulación de hipótesis y evaluaciones empíricas por medio de “conjeturas y refutaciones”.

En suma, ambos enfoques son utilizados por los psicólogos científicos. El proceso inductivo caracterizado en la psicología conductista que hiciera Watson (1924) y el hipotético-deductivo manifestado por Hull al plantear los principios de la conducta (1943) (Greenwood, 2011).

La psicología del aprendizaje como ciencia experimental

Psicología del aprendizaje es una disciplina científica que trata de explicar las causas de la conducta y de forma más específica la causa de los cambios de la conducta. Habíamos mencionado antes que aprendizaje era todo cambio duradero en la conducta de un organismo, que se tiene como resultado de la experiencia con los acontecimientos ambientales. El aprendizaje es, entonces, un proceso que depende de la experiencia y que genera cambios duraderos en la conducta, la psicología del aprendizaje estudia la adquisición, el mantenimiento y los cambios permanentes en la conducta incluyendo el pensamiento y los sentimientos.

Todas las disciplinas científicas construyen su conocimiento a partir de supuestos básicos que no es posible demostrar por medio del contraste de los hechos. La psicología emplea los siguientes principios para erigir la ciencia.

1. *Principio ontológico de realismo*, sostiene que existe una realidad que estudiar independientemente del conocimiento humano. Aunque la ciencia no pueda sustentar una explicación de algún fenómeno, los fenómenos tienen una causa con independencia de que pueden ser explicados.
2. *Principio de legalidad*, afirma que la realidad está sometida a las leyes naturales y que la naturaleza es regular. El determinismo científico supone que el universo está sujeto a

una gran complejidad que evoluciona según las reglas pre-determinadas, cuando se descubran se podrá predecir los hechos futuros y aclarar los del pasado.

3. *Tesis gnoseológica o principio de inteligibilidad*, asegura que la realidad puede conocerse, que el humano tiene la capacidad para comprender la naturaleza. Algunos filósofos indican que la ciencia no es un saber sino un hipotético basado en conjeturas que se construyen mediante el método deductivo y no inductivo y que debe ser sometido a la falsación y no a la verificación.

Karl Popper (2008) afirman que una proposición es científica si puede ser *refutable* o *falsable*. La proposición debe ponerse a prueba hasta que los hechos den resultados opuestos que puedan llegar a desmentirla. Si una teoría no ha sido refutada, queda confirmada y es aceptada de forma provisional, pero no se considera verificada. Este método científico impide la confirmación definitiva de la hipótesis. Los científicos buscan casos que cumplan con la hipótesis y tratan constantemente de obtener resultados contrarios, basándose en el principio de que un solo caso que no encaje con la teoría es más importante que el número de confirmaciones.

La falsación surgió de los problemas conocidos como “inductivismo ingenuo”. No se puede afirmar algo universal a partir de los datos particulares que ofrece la experiencia. Así, Popper introduce el falsacionismo como un criterio de demarcación científica. Si una hipótesis o criterio no es refutable, entonces no puede falsearse y por tanto no pertenece a la ciencia (Pellón *et al.*, 2014).

Modelos de aprendizaje: asociativo y no asociativo

El reflejo

Los reflejos o movimientos de carácter involuntario son un mecanismo funcional del sistema nervioso. Consiste en emitir una respuesta motora rápida (suele ser estereotípico) en consecuencia de la recepción de un estímulo sensitivo (figura 4). Esto ocurre a nivel de la medula espinal, por medio de las neuronas sensitivas, motoras y asociativas, donde el cerebro no participa. El fin del reflejo contribuye a que el organismo obtenga un bienestar y conserve la supervivencia: desde retirar una extremidad ante algún estímulo doloroso, una vasoconstricción, hasta la búsqueda y succión de un bebé. No obstante, esta conducta provocada no ocurre de la misma forma en cada ocasión, ya que la naturaleza de la misma se ve afectada ante la repetición del estímulo.

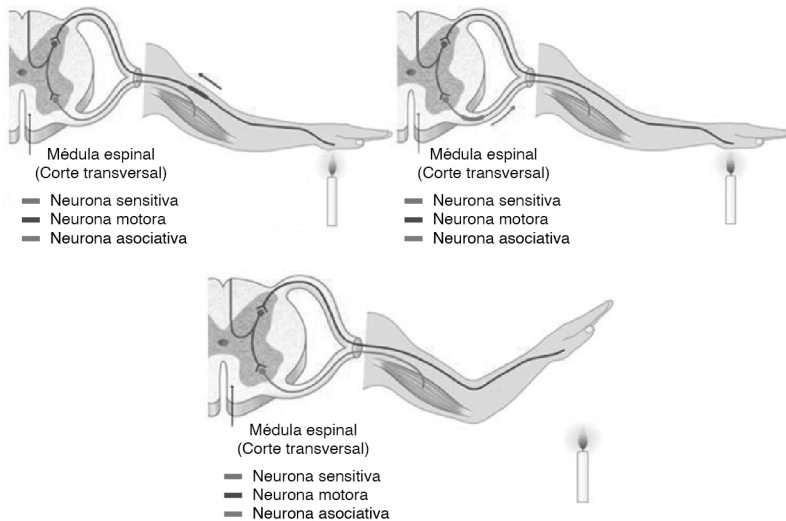
Aprendizaje asociativo

Tanto los animales como los seres humanos tienden a aprender a partir de la vinculación o asociación de estímulos que le permiten saber cómo reaccionar ante ellos. Si un día estamos en la cocina y nos quemamos el dedo porque tocamos una hornilla caliente, entonces habremos asociado tocar la hornilla con el dolor y preferiremos evadir volver a tocarla. Esto es un reflejo de supervivencia como los que mencionamos en el apartado anterior. Esta nueva respuesta

que se ha desarrollado es un cambio conductual que representa una manera más adaptativa de actuar frente a la exposición de un mismo estímulo. Además, esta asociación que se ha creado en nuestra mente nos permitirá anticiparnos ante las posibles consecuencias de nuestro comportamiento. Esto es lo que llamamos aprendizaje asociativo.

Figura 4

Proceso del reflejo



A pesar del ejemplo anterior, sabemos que muchas veces volveremos a cometer el mismo error de colocar la mano en la hornilla caliente y nos volveremos a quemar. Esto deja en evidencia que, incluso en aquellas asociaciones más obvias, es necesario un proceso que involucrará ciertos elementos que se presentarán a continuación.

Habitución, deshabitación, sensibilización y preparación

Ante la continua presencia de un estímulo específico, que desde el inicio provoca una respuesta adecuada, el organismo comien-

za a disminuir la fuerza o frecuencia de dicha respuesta (conducta realizada), llegando a un posible cese de la respuesta significativa ante el estímulo. Esto se conoce como *habitución*. Por un lado, la habituación ayuda a no responder ante estímulos relativamente no importantes o extemporáneos, “aprendemos a no responder a acontecimientos relativamente constantes, aunque podamos percibirlos; nos habituamos a muchos estímulos, olfatorios, auditivos y visuales de nuestro medio” (Montserrat, 1998). Por ejemplo, la habituación al sonido de los pájaros, un sonido fuerte constante, la bocina de los automóviles, etc.

Por el otro lado, este mismo proceso puede producir que el organismo no advierta el peligro de un estímulo debido a que se presenta constantemente, disminuyendo una efectiva respuesta de lucha o huida:

Aunque una neurona sensorial envíe potenciales de acción enérgicos, la habituación produce una reducción de la magnitud del potencial de acción en las interneuronas y neuronas motoras [...], esta depresión del potencial de acción se da a nivel pre-sináptico que disminuye su número de vesículas sinápticas liberadas disminuyendo su eficacia. (Arreguín González, 2013)

La habituación no es permanente y está sujeta a varios factores, los cuales determinan la rapidez de habituación y la disminución de ella. Podemos observar la intensidad del estímulo, el número de veces que se repite y el intervalo entre repeticiones. Si el estímulo es repetido varias veces con un espaciamiento corto entre ellos, la respuesta será una habituación rápida. Si el intervalo entre estímulos se incrementa, la respuesta de habituación disminuirá progresivamente, permaneciendo alerta. La intensidad juega un papel importante en la activación de la respuesta, ya que el estímulo puede o no alcanzar el umbral de activación del organismo. La reaparición de la respuesta habituada se llama recuperación habituada.

El proceso de habituación se puede probar mediante la experimentación en tres fases. Para ello se usan ratas en una cámara con es-

tabilímetro, para medir la respuesta de sobresalto. Esta cámara cuenta con sensores de presión por debajo de ella, por lo que cuando la rata reacciona saltando mueve la cámara y se registraran datos como la fuerza de la reacción. La reacción puede ser provocada mediante un ruido fuerte o luces brillantes. En la primera fase, las ratas reciben una sola presentación del estímulo una vez por día, durante 11 días. En la segunda fase, se aumenta la frecuencia a cada tres segundos en un total de 300 repeticiones. En la tercera fase, se presenta el estímulo una vez por día, durante tres días. Los resultados mostraron que en la primera fase las ratas presentaron el proceso de habituación durante los 11 días, de manera que la respuesta al estímulo iba decreciendo progresivamente, aunque no disminuyó del todo la reacción ya que las ratas seguían dando una respuesta significativa. En la segunda fase las ratas presentan una habituación mucho más grande disminuyendo considerablemente la respuesta, permitiendo demostrar que la frecuencia de los estímulos es lo que disminuye la recuperación habituada. Por otro lado, en la tercera fase las ratas tuvieron una recuperación habituada mucho más rápida por la ausencia del estímulo.

Cuando la respuesta se reanuda ante la presencia de un nuevo estímulo extraño, se llama *deshabitación*. Esto se puede lograr por medio de elementos novedosos que se adhieran al estímulo inicial o manipulando su intensidad, presentándose como un excitante nuevo para el organismo y renovando la respuesta hacia él.

Cuando un estímulo inicial, previo a otro, logra que se genere una respuesta de sobresalto aumentada, de asimétrica intensidad o aumento de la frecuencia de respuesta ante el próximo estimulante, ocurre una *sensibilización*. Este proceso es contrario al de habituación, donde la repetición del estímulo disminuye la respuesta, necesitando menos exposiciones y acentuando el reflejo. La sensibilización no está condicionada por un estímulo discriminante, sino que esta puede hacer que cualquier estímulo que sea expuesto después, produzca el aumento de la reacción, siendo así generalizada. "Tras varias repeticiones, se generaliza la respuesta ante otros objetos que

no producen estimulación aversiva, pero que comparten características con la experiencia anterior y muestra ante ellos, la misma respuesta de sobresalto” (Sendra, 2010). La sensibilización, tanto como la habituación, ayudan al organismo a diferenciar los estímulos que deben ser ignorados de los que merecen una respuesta más de alerta, caso contrario, el comportamiento no presentaría un orden ante tantos estímulos que recibimos del exterior y se volvería caótico, imposibilitando una atención focalizada y precisa.

Cuando ocurre una exposición previa a un estímulo, el organismo puede responder más tarde con mayor habilidad a dicho estímulo o aquellos semejantes. A esto se le llama *preparación*. Esto se puede observar mediante la “actividad de completar una palabra” en base a una raíz dada. A los participantes se les otorga una lista con raíces (MAR__, LAZ__, SUB__, etc.) y estos llenan los espacios vacíos con letras formando una palabra que les venga a la mente; las palabras que se obtendrán por lo general serán comunes (MARRÓN, LAZO, SUBIR), pero si a dichos participantes se le hubiera expuesto a una lista de palabras que contuviesen dichas raíces (MATIDEZ, LAZARILLO, SUBLIMACIÓN, etc.) es más probable que formen palabras existentes en la lista.

Adaptación sensorial y fatiga

Existen otras razones por las cuales pueda existir una disminución en la respuesta reflejo. Para que pueda ocurrir el reflejo debe haber una excitación en los órganos sensoriales, los cuales transmitirán ese mensaje hacia el sistema nervioso central, siendo transformado por una neurona asociativa en un impulso motor, para luego dirigirse hacia los órganos efectores de la respuesta. Teniendo en cuenta este proceso, pueden ocurrir dos impedimentos que afecten la capacidad de respuesta:

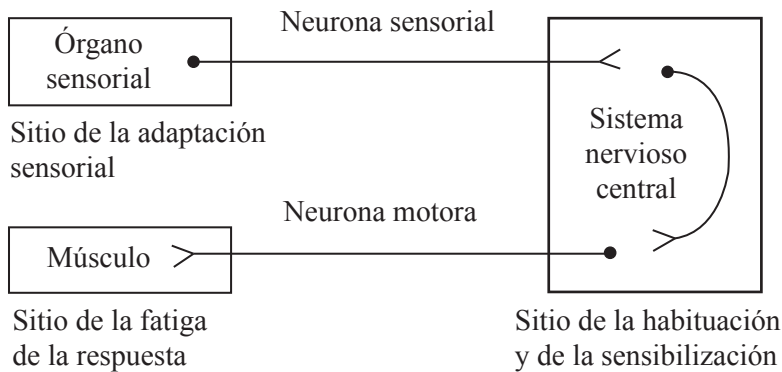
Primero se encuentra la adaptación sensorial, que afecta a los órganos receptores del estímulo. Esto consiste en una disminución

de la sensibilidad para receptor nuevos estimulantes, como puede ser una ceguera o una anosmia temporales.

Luego está la fatiga, que afecta la capacidad de los músculos requeridos para la acción motora, dejando simplemente al organismo incapacitado de emitir una respuesta significativa.

Figura 5

Adaptación sensorial y fatiga



Nota. Tomado de Gluck *et al.*, 2009.

Aprendizaje perceptual

Incremento, disminución o reconocimiento no son los únicos efectos en el organismo ante la exposición repetida de los estímulos. El aprendizaje perceptual consiste en el *cambio en la forma de percibir los estímulos*, de manera que la experiencia junto con los estímulos logra que estos sean más fáciles de distinguir. A diferencia de la preparación, donde en ambos existe una experiencia previa que mejora el reconocimiento, en el aprendizaje perceptual hay una mayor habilidad para reconocer patrones y detalles finos entre estímulos similares; por su lado, la preparación también tiene un efecto en aumentar la rapidez de respuesta ante estímulos similares.

Aprendizaje por simple exposición

El aprendizaje perceptual (experiencia + estímulos) en ocasiones puede darse por la exposición repetida a un determinado estímulo. En 1956, Gibson y Walk juntaron un grupo de ratas, exponiéndolas a figuras triangulares y circulares de gran tamaño superpuestas en las paredes de sus jaulas por un mes. Posteriormente se juntaron dos grupos de ratas, las expuestas al estímulo y las que no, entrenándolas para discriminar entre las figuras. El grupo de ratas expuesto anteriormente al estímulo supo discriminar con mayor rapidez las figuras que el grupo que no fue expuesto. Durante la primera fase del experimento, no se intervino en la enseñanza de las ratas expuestas, para facilitar el ejercicio, dando como resultado que la simple exposición al estímulo de las formas facilitó el aprendizaje del grupo de ratas. Gracias a esta clase de experimentos se puede demostrar que *el aprendizaje puede suceder sin incentivarlo explícitamente* y mediante la mera exposición de estímulos, a esto se lo conoce como aprendizaje por simple exposición (Gluck *et al.*, 2009).

Entrenamiento discriminativo

El entrenamiento discriminativo consiste en un aprendizaje perceptual específico. El individuo que es expuesto a un estímulo en particular y recibe entrenamiento para su diferenciación (que incluye una retroalimentación sobre la precisión), desarrolla una habilidad para discriminar ese estímulo sobre otros. No obstante, el entrenamiento discriminativo consta de una especificidad del aprendizaje, lo que quiere decir que la habilidad de discriminación de un estímulo no se transfiere a otros similares o diferentes. Entre mayor dificultad lleve discriminar efectivamente el estímulo, más específico será el aprendizaje.

En la práctica, los médicos no obtienen su experticia de un momento a otro, dedican años al estudio y la experiencia sacada de sus labores médicas: se podría decir que es una clase de entrenamiento. Parte de este entrenamiento se ve realizado por medio de

ejemplos, en el caso del médico, al tratar de diferenciar diagnósticos y recibir una retroalimentación del conocimiento previamente adquirido. El entrenamiento que usa de la retroalimentación es de gran ayuda en el momento de desarrollar el aprendizaje perceptual.

Al momento que una persona ve a un perro es posible que note muchos aspectos del perro (es pequeño, ladra mucho, tiene mucho pelo y es bonito). Para alguien que no está entrenado en la observación de perros, quizás no le sea posible advertir si tiene o no pedigrí, probablemente todos los perros de dicha raza le parecerán iguales, exceptuando los cambios físicos propios del cuidado de cada dueño. Pero si esa persona se encontrara en un concurso canino y fuera un juez profesional de dicho espectáculo, advertiría otras características a simple vista, como la postura de la cola, la proporción del tamaño de las patas con el de la cabeza, etc. El juez profesional de espectáculos caninos ha sido expuesto a distintos tipos de perros en el transcurso de los años y aunque gran parte de lo aprendido es resultado de la simple exposición, ningún juez confía cien por ciento en ella: el resultado entre el aprendizaje por simple exposición y el entrenamiento discriminativo permite al juez desempeñarse mejor que otras personas al discriminar entre los perros concursantes.

¿Pero qué sucedería si al experto en discriminación se lo extrae de su campo y se lo introduce en otro? ¿Podría desempeñarse con el mismo grado de eficiencia? La respuesta a la interrogante es no. Por ejemplo, si a un médico especializado en discriminar síntomas fisiológicos del cuerpo humano se le pide que discrimine síntomas psicológicos en la persona, no demostrará gran eficiencia en ello. Esto es gracias a que en la mayoría de los casos del aprendizaje perceptual, se muestra un gran porcentaje de especificidad del aprendizaje.

Aprendizaje espacial

Existe gran variedad de aprendizajes espaciales (adquirir información del entorno), los cuales adquieren la forma de aprendizaje perceptual o por simple exposición. Si una persona a través de

los años viaja en autobús por determinada zona cada vez, después de adquirir un vehículo es capaz de recrear el mismo camino sin ningún tipo de ayuda. Durante todos esos años de viajes previos en autobús, inconscientemente, la persona aprendió sobre la disposición espacial de su barrio y los puntos de referencia necesarios para llegar a su destino (casas, edificios, calles, tiendas). Ese fue un aprendizaje por exposición hasta el día en que se puso en práctica (Gluk *et al.*, 2009).

Aprendizaje latente

El aprendizaje latente consiste en el registro de información que produce un aprendizaje, el cual no se detecta, hasta que posteriormente se demuestra al ponerlo en práctica de forma explícita. Este aprendizaje se ve compuesto, tanto por un aprendizaje perceptivo como por elementos captados: señales, imágenes, acciones en el contexto y todo aquello que ayude a definir un patrón o mapa del estímulo. Este aprendizaje está sujeto a la recuperación de información que fue captada de manera involuntaria o indirecta, sin necesariamente haber prestado atención al estímulo.

Modelos de aprendizaje no asociativo

A diferencia del aprendizaje asociativo, en el aprendizaje no asociativo el cambio conductual no se da como resultado de la vinculación de un estímulo con otro, sino que por la simple presencia del estímulo. Si entramos en un lugar muy ruidoso, nuestra respuesta natural es tratar de tapar nuestros oídos. A simple vista, este tipo de aprendizaje parece ser más simple y sencillo. Aun así, los psicólogos no logran ponerse de acuerdo en cuáles son los procesos que subyacen del aprendizaje no asociativo. A continuación, revisaremos los modelos más destacados de aprendizaje no asociativo.

Teoría del procesamiento dual

Tanto la habituación como la sensibilización resultan en cambios en el desempeño y la conducta ante la exposición a un estímulo determinado. La teoría del procesamiento dual expone que los diferentes tipos de procedimientos neuronales subyacentes son los responsables del incremento y disminución de la respuesta efectuada hacia un estímulo. El proceso que produce disminuciones en la respuesta es llamado proceso de habituación, mientras que el que causa incremento es el proceso de sensibilización. Dichos procesos además de ser excluyentes el uno con el otro, pueden llegar a ser activados al mismo tiempo, todo depende de la fuerza de cada uno. Esto indica que los procesos de habituación y sensibilización compiten constantemente por lograr el control de la conducta.

Modelos de comparador

Los modelos de comparador proporcionan una explicación distinta de la habituación. Estos modelos exponen que el proceso subyacente no debe ser un cambio en la vía entre un estímulo y la respuesta, sino un proceso del aprendizaje entre el estímulo y el contexto en que se desarrolla. Cada vez que un estímulo se presenta, da como resultado un patrón de actividad o representación neuronal del estímulo expuesto, en la cual forma una representación o mapa neuronal y la compara con la memoria del individuo, en la cual se encuentran los estímulos en base a la experiencia antes vivida. En caso de no coincidir con ningún recuerdo, se produce una respuesta de orientación la cual permite al individuo estudiar más a fondo el estímulo expuesto. En caso que exista coincidencia entre el estímulo y el banco de memoria del cerebro, se suprime la respuesta. Lo que ha ocurrido es que la repetición de un estímulo lo hace más familiar para el individuo y hace menos necesaria la respuesta de orientación. En muchos sentidos, este proceso es considerado más simple que el proceso dual, ya que no requiere considerar conexiones, vías o procesos en competencia. Los modelos de comparador tienen que

explicar cómo forma el cerebro las representaciones, así como el almacenamiento y la comparación entre ellas.

Teoría de la diferenciación

La tercera teoría del aprendizaje no asociativo sugiere que las reacciones iniciales al estímulo expuesto son rápidas y con poca precisión, pero mientras pasa el tiempo y el estímulo se repite, el sujeto adquiere más detalles logrando así más precisión en las reacciones. Sin embargo, existen limitaciones en cuanto a la cantidad de información que el cerebro puede conseguir en una sola exposición a un estímulo nuevo.

Un solo estímulo puede contener muchas características, pero las representaciones perceptuales en el cerebro solo captan un pequeño grupo de características del estímulo a la vez. Las constantes repeticiones de un determinado estímulo dan al cerebro la oportunidad de recolectar la mayor cantidad de información sobre el estímulo y que sus representaciones mentales adquieran complejidad y precisión a medida que aumentan los datos almacenados sobre el estímulo. Las discriminaciones del tipo más completo permiten juicios más discriminativos entre estímulos, así como un reconocimiento más certero de los mismos.

Un ejemplo de esto es cuando miras una molécula de un carbohidrato completo. Al inicio puede que notes solo las líneas y letras que contiene. La próxima vez que veas el dibujo, las líneas y letras van a estar dispuestas en formas hexagonales. La siguiente podrías advertir la relación en que están conectados los átomos de hidrógeno y carbono. En el momento en que se adquiera experiencia en el tema, el grado de familiaridad hacia el estímulo será tan alto que va a ser fácil distinguir un carbohidrato complejo de otra molécula con el simple hecho de dar un vistazo.

Condicionamiento clásico

Antecedentes históricos

John Watson (1913) introdujo el término “conductismo” y fue el principal defensor de esta perspectiva durante la primera parte del siglo XX. Watson destaca la necesidad de poder enfocarse en las conductas observables y no en lo no observable, como el pensamiento. Watson, aparte de oponerse a los estudios de los fenómenos mentales internos, también negaba la existencia de la mente humana. Para Watson, el pensamiento solo significaba tener movimientos sutiles de la lengua y la laringe, por lo tanto, era una conducta como cualquier otra. Gracias a Pavlov y uno de sus compañeros, llamado Vladimir Bechtereov, Watson adoptó como una unidad básica del aprendizaje al hábito E-R del condicionamiento clásico, extendiéndolo así a todo el aprendizaje humano.

Iván Petrovich Pavlov (1849-1936), fisiólogo ruso del siglo XX, dedicó toda su vida al descubrimiento y la investigación. Pudo recibir una educación temprana en un seminario teológico local y su plan fue dedicarse al servicio religioso. Pero sus intereses cambiaron totalmente cuando a los 21 años ingresó a la Universidad San Petersburgo, donde se inclinó más por el estudio de la fisiología animal y la química. Después de obtener su licenciatura, en 1875 logró ingresar a la Academia Imperial de Medicina y Cirugía, para así poder continuar con la fisiología. Luego de ocho años, recibió su grado doctoral con una investigación acerca de los nervios eferentes del corazón.

Luego de eso pudo empezar su investigación de los distintos aspectos de la fisiología digestiva. En 1888 descubrió los nervios que estimulan las secreciones digestivas del páncreas, dicho descubrimiento inició con una serie de experimentos por los cuales se le concedió el Premio Nobel de Medicina en el año 1904.

Aunque Pavlov hizo muchos descubrimientos e investigaciones mientras estudiaba y después de haber obtenido su grado doctoral, él no obtuvo un puesto docente sino hasta el año de 1890, cuando se lo designó como profesor de farmacología en la Academia Médico Militar de San Petersburgo. En 1895 se convirtió en profesor de fisiología en la misma institución y así pudo mantener su actividad en el laboratorio hasta su muerte en 1936. Una gran parte de su investigación por la que el día de hoy es famoso fue realizada después de que recibió el Premio Nobel.

Pavlov, para poder estudiar con la saliva de los perros, tuvo que realizar una pequeña incisión quirúrgica en las fauces de estos animales y así recoger y medir la salivación que estos producían. Al perro, estando inmóvil, se le daba un pedazo de carne y Pavlov observaba como este empezaba a salivar con tan solo oler la carne. Pavlov, al repetir esta escena varias veces por un periodo de tiempo, se dio cuenta que los perros empezaban a salivar antes de que pudieran ver la comida u olerla. Y más sorprendente aún, es que el perro empezaba a salivar desde el momento en que veía que el ayudante entraba a la sala, dando a entender que el perro había aprendido que ver al ayudante estaba relacionado con el hecho de tener comida. Pavlov, ya en sus últimos años, se dedicó a realizar un estudio sistemático acerca de este proceso de aprendizaje que él había descubierto de una forma inesperada y que lo resumió en un libro llamado *Reflejos condicionados*.

Gracias a su experimento, Pavlov podía alimentar al perro ficticiamente. Por medio de un tubo introducido por el esófago del animal, Pavlov introducía comida en su boca, pero sin soltarla para así medir los jugos gástricos del animal por medio de otro tubo dirigido

hacia el estómago. El perro no solo segregaba jugos gástricos por la comida en su boca, sino también por ver la comida o a la persona encargada de darle de comer. A estas secreciones las denominó como “secreciones psíquicas” (secreciones físicas provocadas por la comida en la boca) y se lo consideró como un estado psicológico del perro por la espera de la comida. Sin embargo, si este proceso digestivo era un reflejo físico por la presencia de la comida, las secreciones serían la respuesta de un reflejo psíquico.

Pavlov llegó a aportar a la psicología la existencia de los “reflejos psíquicos” a finales de la década de 1890. Para poder estudiar los reflejos psíquicos se necesitaba una respuesta distinta a la de los jugos gástricos. La saliva que era producida por el perro debido a los diferentes estímulos que se le presentaban, se recogía por medio de una fístula en la glándula salivar. En un experimento, se le hizo oír al perro el sonido de un metrónomo para poder medir la cantidad de salivación producida por este estímulo. En ese entonces el sonido del metrónomo era un estímulo nuevo para el perro y no producía respuesta alguna más allá que el solo orientarse hacia dicho sonido. Al comprobar esto, empezaba el experimento que consistía en producir nuevamente el sonido del metrónomo seguido por una introducción de comida en la boca del animal. Al haber intentado este ejercicio varias veces, se logró un emparejamiento de sonido-comida, donde el perro no solo salivaba al ver la comida, sino también al solo escuchar el sonido del metrónomo.

Pavlov denominó a los reflejos psíquicos como reflejos condicionales cuando se dio cuenta que la única diferencia entre ambos reflejos era que para poder establecerlos y mantenerlos debían cumplirse ciertas condiciones. En el ejemplo del experimento ya mencionado, el sonido del metrónomo es un estímulo neutro (EN) que se transforma en condicional porque depende de un estímulo que vendría a ser la salivación de su emparejamiento con la comida. La respuesta obtenida debido a la salivación ante este estímulo condicional (EC), por lo tanto, es una respuesta condicional (RC). Pero la

comida, al ser un estímulo que provoca una respuesta de salivación sin la necesidad de tener un entrenamiento previo, vendría a ser un estímulo incondicional (EI), por lo tanto, la respuesta de salivación obtenida por la comida es una respuesta incondicional (RI).

Al emplearse esta terminología los estímulos utilizados podrían cambiar, en vez de ser un sonido como el metrónomo, podría presentarse una luz, pero en ambos casos se convertirían en estímulos condicionados tras su asociación con el EI, que a la vez podría ser una descarga, comida, etc. No importa si se cambian los estímulos concretos, esto no modifica el diseño del experimento y los emparejamientos del EC-EI provocarían que en una prueba ante un EC se pueda obtener una RC.

Definición del condicionamiento clásico

El condicionamiento clásico de Pavlov es aquel aprendizaje que se da al presentarse dos estímulos independientes para la conducta del sujeto. El sujeto logra aprender a predecir un estímulo por medio de otro estímulo que lo antecede, pero su conducta no cambia la presentación de dichos estímulos. Este aprendizaje permite que nosotros nos adaptemos mejor a nuestro entorno, ya que establece nuevas conductas que anticipan hechos que van a suceder.

En el estudio de Pavlov, el EI es la comida y su RI es la salivación del perro. Si el EI va a continuación de un EN de manera confiable y repetida, como la campana usada por Pavlov, ese EN puede llegar a convertirse en un EC que provocaría una respuesta anticipada RC, luego de haber intentado varias veces un emparejamiento EC-EI.

El condicionamiento clásico se ha logrado demostrar en varias especies, no solo en ratas de laboratorio y perros, sino también en bebés recién nacidos, fetos humanos que todavía se encuentran dentro del vientre de la madre e inclusive en organismos como las amebas. Es claro que el condicionamiento clásico se puede aplicar ampliamente en el reino animal.

El condicionamiento clásico se produce al presentarse dos estímulos casi a la misma vez. Uno de estos estímulos es el incondicionado —que es el que puede provocar una respuesta incondicionada— y el segundo estímulo —en relación con el incondicionado— puede provocar también una respuesta, convirtiéndose en un estímulo condicionado que puede provocar una respuesta condicionada. En la gran mayoría de los casos, el condicionamiento puede producirse de forma relativamente rápida. Es normal que un organismo pueda mostrar una respuesta condicionada ante varias presentaciones y, algunas veces, tras un único emparejamiento.

Conceptos básicos del condicionamiento clásico

Pavlov, junto con otros conductistas, han descrito varios fenómenos con relación al condicionamiento clásico. Entre esos están: extinción, recuperación espontánea, generalización del estímulo, discriminación del estímulo, condicionamiento de orden superior y precondicionamiento sensorial.

Extinción

Retomando el experimento de Pavlov, el perro aprendió a salivar con tan solo escuchar el sonido de una campana después de que varias veces ese sonido había sido asociado con la comida. Pero ¿qué pasaría si la campana continuara sonando varias veces y la comida no apareciera? Pavlov descubrió que cuando este estímulo condicionado se repitiera continuamente, pero en ausencia de un estímulo incondicionado, la respuesta condicionada se iba haciendo cada vez más débil. De forma que el perro ya no salivaba del mismo modo que lo hacía al solo escuchar la campana; en otras palabras, desaparecía esta respuesta condicionada.

Aquella desaparición de la respuesta condicionada, cuando un estímulo condicionado aparece repetidamente sin que sea acompañado por un estímulo incondicionado, es un fenómeno al cual Pavlov lo

denominó extinción. Algunas de las respuestas condicionadas pueden llegar a extinguirse, pero otras no. La extinción es algo impredecible y provoca una frustración para cualquier persona que ha adquirido una respuesta condicionada inapropiada, pero cabe recalcar que no siempre se produce la extinción y más adelante se identificarán algunas razones de esto.

Recuperación espontánea

Pavlov, al haber conseguido extinguir la respuesta condicionada de salivación al repetir varias veces el sonido de la campana sin presentar la comida, al día siguiente cuando regresó a su laboratorio, descubrió que el perro al volver a escuchar el sonido de la campana tenía salivación como si la extinción no se hubiera producido nunca. A esta reaparición de la respuesta de salivar luego de haber sido extinguida, Pavlov la denominó como recuperación espontánea.

En otros términos, la reaparición de una respuesta condicionada llamada recuperación espontánea, se da cuando hay un período de descanso luego de haberse producido la extinción. Pavlov pudo descubrir que luego de que una respuesta condicionada reaparece en una recuperación espontánea, suele llegar a ser más débil que la respuesta condicionada original; además, vio que puede extinguirse mucho más rápido. Reintentando nuevamente con este experimento, Pavlov notó que la respuesta condicionada al ser recuperada espontáneamente varias veces, también aparece más débil que en las ocasiones anteriores y que, a su vez, desaparece con más rapidez.

Generalización del estímulo

Pavlov, al observar que después de haber logrado condicionar a un perro para que pudiera salivar en respuesta a un tono alto, intentó hacer lo mismo, pero con un tono mucho más bajo. Para enseñarle al perro la diferencia entre ambos tonos, Pavlov experimentó repetidamente presentando el tono alto junto con la comida

y el tono bajo sin la comida. Tras haber hecho esto varias veces, el perro aprendió a salivar solo al escuchar el tono alto. En términos de Pavlov, se había producido una diferenciación, pero en términos de los psicólogos se habla de *discriminación del estímulo*.

Esta discriminación del estímulo se consigue al presentarse un estímulo (EC+) junto con un estímulo incondicionado y otro estímulo (EC-), al haber una ausencia del estímulo incondicionado.

Condicionamiento de orden superior

Pavlov describió un fenómeno al que llamó condicionamiento de orden superior y consiste en que el perro, después de haber sido condicionado para salivar ante el sonido de una campana y de haberse presentado posteriormente la campana asociada con un estímulo neutro como un destello de luz, entonces, aquel estímulo neutro puede provocar la respuesta de salivación, así no se haya asociado nunca de manera directa con la comida. Quiere decir que el destello de luz se convertiría en un estímulo condicionado mediante su emparejamiento, pero no con el estímulo incondicionado, sino más bien con otro estímulo condicionado.

La función que tiene el condicionamiento de orden superior es: primero, el estímulo neutro (EN1) pasa a convertirse en un estímulo condicionado (EC1) al tener que asociarse con un estímulo incondicionado (EI), de tal forma que provoca una respuesta condicionada (RC). Luego, un segundo estímulo neutro (EN2) se asocia con EC1, provocándose así una respuesta condicionada; concluyendo, entonces, que el segundo estímulo se convierte también en un estímulo condicionado (EC2).

Olson y Fazio (2001) expresaron que las personas no nacemos con sentimientos especiales respecto a palabras como “terrible” o “fantástico”, ni tampoco reaccionamos de manera innata ante los helados o las cucarachas. Por el contrario, es más probable que adquiramos sentimientos específicos hacia esas palabras e imágenes a

lo largo de nuestras experiencias cotidianas, hasta el punto en que esos estímulos terminan constituyendo el punto de partida de posteriores condicionamientos.

Precondicionamiento sensorial

El condicionamiento sensorial tiene gran parecido con el de orden superior, pero la diferencia es que se produce con un orden diferente. Para poder entender mejor lo que significa el precondicionamiento sensorial, retomamos el perro de Pavlov. Imaginemos que se presenta varias veces el sonido de una campana y un destello de luz; luego de esto, se asociaría la campana con la comida. El resultado sería que el perro no solo salivaría al escuchar el sonido de la campana, sino también cuando el destello de luz se presenta. Así, el precondicionamiento se produce de la siguiente manera: se presentan dos estímulos neutros de manera simultánea (EN1 y EN2). Uno de esos estímulos neutros (EN1) se relaciona con un estímulo incondicionado (EI), llegándose a convertir en un estímulo condicionado (EC1) y provocando una respuesta condicionada (RC). Cuando el precondicionamiento sensorial se produce, el segundo estímulo neutro (EN2) también llega a provocar una respuesta condicionada (esto sería que EN2 se convirtió en EC2) como respuesta a su asociación como EC1.

Técnicas basadas en el condicionamiento pavloviano

Durante varios años, Pavlov utilizó su técnica de la fístula salival en perros para estudiar la relación entre varios estímulos en un contexto específico. Sin embargo, se han desarrollado diversos experimentos con una variedad de especies y nuevas técnicas. Una de estas técnicas incluye los experimentos realizados por Watson y Rayner (1920), basándose en el condicionamiento de Pavlov y sus afirmaciones acerca de los patrones emocionales durante la etapa de la infancia, incluyendo amor, ira, miedo y ansiedad.

El experimento incluyó un participante de nueve meses de edad llamado Albert B. y algunos animales como estímulos. La finalidad era evaluar las respuestas del niño. Algunos de dichos estímulos eran objetos además de los animales, los cuales no provocaron una conducta de evitación o miedo. Al momento de utilizar una barra de acero como sonido elevado, se produjo un cambio en la reacción emocional de Albert, quien respondió con llanto por el susto. Los experimentadores utilizaron dicho sonido dentro de la fase de condicionamiento en conjunto con la presencia de una rata. Al momento de contacto entre Albert y la rata, se presentaba el ruido del estímulo, el cual fue categorizado como desagradable por Albert. La reacción que se produjo fue la misma respuesta de llanto, el cual se repitió mediante un emparejamiento entre ambos estímulos. Albert había asociado el animal con la sensación de miedo.

Luego de haber presentado una agrupación de estímulos ruido-rata, se utilizó una prueba de generalización con el fin de medir la amplitud del miedo. Estímulos con características similares a la rata provocaron una respuesta similar, es decir, se generalizó el miedo hacia estímulos con características físicas similares. Albert respondió con llanto hacia animales peludos y objetos como abrigos de piel. A pesar de tener limitaciones éticas por involucrar un bebé, el experimento aportó a los conceptos de Pavlov y fue fundamental para el estudio de los mecanismos relacionados con las reacciones emocionales. Es por ello que se continuaron los enfoques del condicionamiento en base a reacciones provocados en ratas.

Otro de los experimentos con mayor aportación al estudio de los estímulos condicionados es la caja de Skinner. Estes y Skinner (1941) diseñaron esta caja con el fin de evaluar el nivel de cambio en el comportamiento animal. Mediante el uso de una descarga eléctrica como estímulo aversivo, analizaron el comportamiento en ratas utilizando un emparejamiento del EC y EI. Como respuesta observaron una conducta de defensa, la cual generaba una paralización en las ratas ante el estímulo aversivo. Según Estes y Skinner (1941), la

respuesta de defensa se puede medir mediante una técnica que desarrollaron en base a su experimento anterior, denominado “supresión condicionada”. Durante la primera fase entrenaron a la rata para que asocie la obtención de comida con una palanca. Al momento de contacto con la palanca, fueron registrando los comportamientos de reacción mediante algunos ensayos. La rata presenciaba el EC junto con una descarga eléctrica breve, que se repetía cada veinte minutos.

Luego de haber presentado el EC junto con la descarga eléctrica de manera continua, la rata anticipaba el estímulo aversivo al momento de presenciar el estímulo condicional. Además, al retirar el EC y sin la presencia del estímulo aversivo, las ratas comenzaron a presionar nuevamente la palanca. La influencia del EC en la supresión del comportamiento puede ser medida mediante la razón de supresión, la cual contiene dos factores principales: las respuestas obtenidas durante la presencia del EC y el periodo pre-EC. Esta fórmula permite conocer el nivel de aprendizaje mediante una escala de datos relacionados con la cantidad de descargas eléctricas y presiones de la palanca.

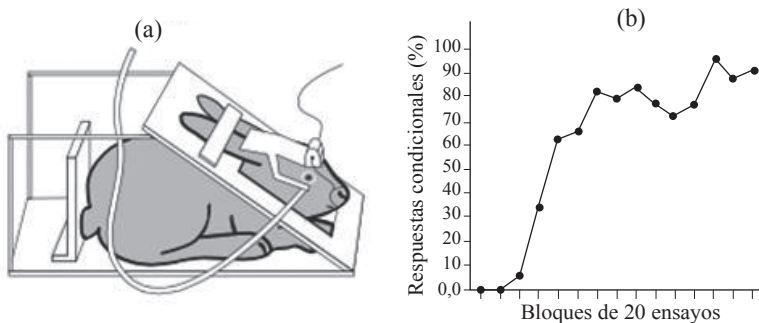
Reflejo palpebral

Otra forma de utilizar el condicionamiento es mediante el reflejo palpebral, el cual se caracteriza por reacciones repentinas al momento de percibir un objeto de manera inesperada. Este reflejo se presenta en diversas especies que tienen la capacidad de anticipar un EI. Tal es el caso con el soplo de aire que llega a los ojos y la presencia de un tono específico que permite anticipar dicho estímulo (Hilgard y Marquis, 1969). Se ha estudiado el condicionamiento del parpadeo en ratas, monos, perros y humanos, no obstante, la especie con las características más adecuadas es el conejo. Esto se debe a su alto nivel de tolerancia ante la restricción del movimiento por un tiempo prolongado. Además, el movimiento del parpadeo de forma espontánea es poco frecuente (Steinmetz *et al.*, 2001 en Pellón, 2014).

Uno de los experimentos con conejos fue realizado por Gormezano (1966 en Domjan, 1999), mediante la creación de un aparato que limitaba el movimiento y permitía medir el nivel de parpadeo. Un soplo de aire en el ojo y una descarga de 0,1 segundos fueron los estímulos incondicionados que se relacionaban con una luz (EC). El emparejamiento de estímulos provoca el parpadeo, el cual fue medido mediante la respuesta condicionada. A pesar de tener mayor facilidad con los conejos en situaciones experimentales, se requiere de una gran cantidad de ensayos para poder generar una respuesta condicionada.

Figura 6

Reflejo palpebral en conejos



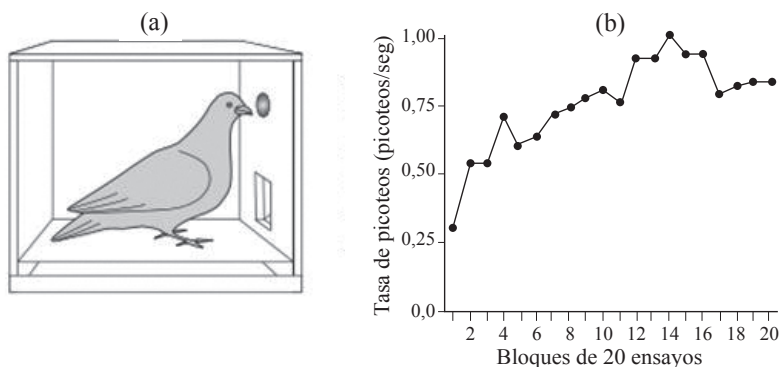
Nota. Tomado de Gormezano, 1996 en Domjan, 1999.

Además de los reflejos, existen otros tipos de respuestas que también se pueden medir y condicionar. Tal es el caso del paradigma de automoldeamiento, en el cual existe una aproximación del individuo con un estímulo que representa la disponibilidad y presencia de comida (Hearst y Jenkins, 1974). Uno de los experimentos enfocados en este paradigma fue realizado por Jenkins y Brown (1968), quienes se enfocaron en los comportamientos de palomas situadas en la caja de Skinner, la cual fue modificada con una luz y un agujero que contenía comida. En esta modificación no había un botón o tecla que permitía recibir comida, es decir, las palomas no tenían que realizar

respuesta alguna específica para obtener comida. No obstante, la luz (EC) era un estímulo que tenía la función de aviso antes de tener acceso a la comida (EI). El emparejamiento de ambos estímulos provocó un acercamiento de la paloma hacia la luz y picoteaba como respuesta condicionada.

Figura 7

Paloma respondiendo al EC



Nota. Tomado de Chance, 2001.

Aversión al sabor

Por otro lado, el conocimiento acerca de los beneficios y prejuicios de ciertos alimentos puede ser condicionado, llamándose aversión al sabor. Un factor importante en este proceso es la sensación asociada a un sabor nuevo, el cual debe provocar náuseas como estímulo aversivo. Dentro de la experimentación se utiliza un proceso sistemático, presentando un sabor nuevo como EC y luego un estímulo que genere un malestar estomacal (EI). La consecuencia perceptiva asociada a dicho emparejamiento es el alejamiento y rechazo al sabor asociado. A pesar de incluir efectos negativos, sirve como ventaja adaptativa para aquellos animales que se encuentran rodeados de alimentos venenosos. Una de las características principales de este aprendizaje es el número limitado de ensayos necesarios para

provocar una RC. Además, el emparejamiento malestar-sabor tiene efecto aunque se presentase un intervalo de tiempo prolongado.

Este tipo de aprendizaje se ha estudiado con pacientes de cáncer, principalmente aquellos que han recibido quimioterapia. La mayoría de ellos han mostrado comportamientos de rechazo hacia los alimentos y ha disminuido su apetito diario. Esto se debe al emparejamiento entre la quimioterapia y las náuseas como estímulo aversivo (Bernstein, 1991). Aquellos pacientes, que ingirieron comida antes de comenzar el proceso de quimioterapia, asociaron los efectos secundarios a los alimentos.

Condicionamiento excitatorio

El condicionamiento excitatorio se caracteriza por la presencia de dos tipos de estímulos que, en conjunto, ante un estímulo específico, provocan una respuesta condicionada. En este caso, el estímulo condicionado tiene la capacidad de predecir la aparición de una conducta. Se presenta el estímulo incondicionado antes del estímulo condicionado para provocar una respuesta condicionada. Tanto humanos como animales tienen la capacidad de aprender a asociar dos estímulos, los cuales impulsan al sujeto hacia una respuesta y dan como resultado un comportamiento modificado. Tal es el caso con los perros, que al momento de percibir la playa, salivan y responden ante un estímulo condicionado que se asocia con el estímulo incondicionado.

Según Gormezano (1983 en Balaña y Aparicio, 1989), la relación temporal y las variaciones que existen entre EI y EC son características que determinan el proceso de condicionamiento. Ellas son esenciales para poder concretar el condicionamiento pavloviano, ya que se obtienen diversos niveles de aprendizaje. Estos procedimientos están clasificados en base al intervalo que se presenta entre los estímulos, también denominado intervalo de tiempo que ocurre entre el EC y el EI. Asimismo, se toma en cuenta la duración del EC antes de presentarse el EI.

Otro de los procedimientos es el *condicionamiento de poca demora*, uno de los más comunes, ya que tiene como consecuencia un aprendizaje adecuado. En este caso, el EC se encuentra presente a tal punto que puede continuar cuando aparezca el EI. Por otro lado, el *condicionamiento de huella* se caracteriza por tener un intervalo significativo entre ambos estímulos, este intervalo tiene el nombre de “intervalo de huella”. Es similar al procedimiento de poca demora ya que el EC se presenta antes que el EI. Existe otro condicionamiento de poca demora, aunque hay una espera más larga hasta la presencia del EI. La duración entre ambos estímulos varía alrededor de cuatro a diez minutos, no obstante, no se presenta un intervalo de huella. El procedimiento que presenta al individuo a los dos estímulos al mismo tiempo es el *condicionamiento simultáneo* y ambos están presentes por la misma cantidad de tiempo. A pesar de provocar una RC escasa, sí se puede adquirir un aprendizaje a partir de dicho procedimiento (Burkhardt, 1978 en García, 2018). Finalmente, tenemos el *condicionamiento inverso*, que difiere de los anteriores por la presencia de estímulos que se invierten en su aparición, ya que primero se presenta el EI.

Evaluación del condicionamiento

Varios investigadores, incluyendo Pavlov, realizaron estudios y comparaciones de los procedimientos para poder conocer la influencia de la relación temporal entre ambos estímulos. Estos dieron como resultado la presentación del “ensayo de prueba” que consiste en evaluar el grado de condicionamiento en un procedimiento determinado. En este caso se presenta el EC sin la presencia del EI, para poder asegurar los resultados obtenidos de la medición de la RC. Este ensayo se puede emplear al comenzar o finalizar el entrenamiento, para medir el resultado del individuo en base a la cuantificación del comportamiento. Esta cuantificación se puede realizar enfocada en la magnitud, probabilidad o latencia de la RC.

La *magnitud* permite conocer la cantidad de comportamiento que se presenta, tal es el caso de las gotas de saliva que eran medidas

por Pavlov durante sus experimentos. También es común cuantificar un comportamiento mediante la probabilidad de que se presente la respuesta condicionada, la cual se relaciona con la cantidad de ensayos en los que un estímulo condicional provoca una respuesta condicionada. Otra manera de cuantificar la RC es mediante la latencia: una medición de la rapidez de dicha respuesta; en este caso, un tiempo de aparición más rápido de la RC se relaciona con un condicionamiento mayor.

Además de la utilización del ensayo de prueba, se ha establecido un procedimiento de control que tiene como finalidad la afirmación de la asociación entre el EI y el EC. En estos casos se pueden presentar respuestas que se generan a partir de procedimientos distintos y son aquellos que se denominan “pseudocondicionamientos”, como en el caso de la sensibilización.

Los animales, a diferencias de los seres humanos, presentan respuestas distintas durante los diversos procedimientos, ya que no solo asocian ambos estímulos, sino que también aprenden el momento de asociación. En un estudio realizado por Williams (2008), las ratas que recibían comida a cierto tiempo después del EC, aprendieron a alimentarse en base al estímulo y el tiempo de duración de la entrega de comida. Esto se ha denominado como la “hipótesis de codificación temporal”.

Condicionamiento inhibitorio

Además del excitatorio existe otro condicionamiento denominado inhibitorio (Pavlov, 1927). Es el caso de estímulos que son aversivos más la presencia de un contexto excitatorio. El procedimiento relacionado a este condicionamiento es el estándar de inhibición condicionada, en el cual se utilizan dos ensayos: en un ensayo el condicionamiento inhibitorio y en el otro ensayo el condicionamiento excitatorio. El estímulo presentado en el ensayo excitatorio es un EC positivo junto con un EI, mientras que en el ensayo inhibitorio se presentan tanto el EC negativo como el positivo. Esta unión de estí-

mulos forma un conjunto compuesto que no necesita la presencia de un EI para provocar una respuesta en el sujeto.

Existen otros procedimientos utilizados en la inhibición condicionada, como es la *inhibición diferencial*. Durante estos ensayos se presenta un EC positivo y luego un EI con el fin de generar un aprendizaje en cuanto a una discriminación de los dos estímulos. Por otro lado, en el *desemparejamiento explícito* se presentan ambos estímulos (EC y EI) con un tiempo de intervalo largo.

Este tipo de condicionamiento facilita la predicción de un estímulo específico, en este caso, la ausencia del EI. A pesar de ser un estímulo que no se encuentra presente, es importante conocer los beneficios, ya que pueden ser imprescindibles en algunas situaciones. Son evidentes en los ataques de pánico que provocan síntomas frecuentes relacionados con un alto nivel de ansiedad, el cual afecta al 3,4 % de la población (Kessler, 1994). Estos comportamientos se adquieren por medio de una experiencia basada en situaciones que, sin advertencias, generan un cambio en la percepción y emoción del individuo; transformando dichas experiencias en una capacidad aprendida ante estos ataques impredecibles. En este caso, es importante la presencia de un contexto excitatorio que esté en relación con el EI, como un cartel donde se anuncia la ausencia de combustible en una gasolinera. Pavlov utilizó otros métodos relacionados a la inhibición condicionada, como es la contingencia. La contingencia es un procedimiento que incluye la presencia de un EC negativo, el cual disminuye la probabilidad de que ocurra un EC antes del EI.

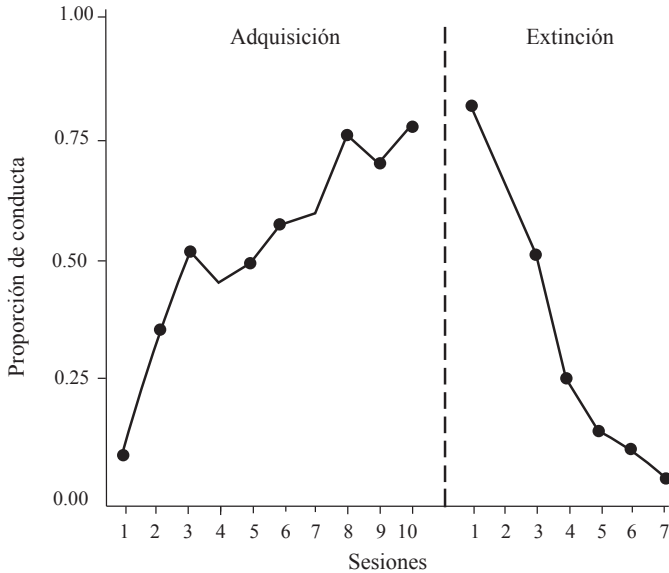
A diferencia de la medición del condicionamiento excitatorio, en la inhibición condicionada se presentan reacciones opuestas. Estas reacciones están directamente relacionadas con el EI y la situación en el cual se encuentra el individuo. Estos estímulos pueden generar diversas reacciones, como la supresión de la salivación. Una forma de registrar y medir dichas respuestas es mediante el sistema de respuestas bidireccionales, donde estas varían de acuerdo a la ausencia del estímulo. La mayoría de las respuestas clasificadas dentro de este

sistema son las fisiológicas, como la respiración o la temperatura corporal. A pesar de incluir una cantidad significativa de respuestas, se limita a la incapacidad de poder generalizarlas a diversos contextos y situaciones. Un perro puede salivar después de escuchar un tono, el cual es el estímulo excitatorio, sin embargo, la falta de salivación puede darse por diversos estímulos en el ambiente. En tal caso, el estímulo inhibitorio puede ser la presencia de la luz o algún otro factor.

Ante esta limitación se presentó otro sistema, que es clasificado dentro de una “prueba indirecta de sumación” (Hammond, 1966). Esta prueba se caracteriza por contener la presencia de un estímulo excitatorio e inhibitorio, y por determinar el efecto de inhibición ante una respuesta condicionada. Hammond (1967) realizó otros experimentos un año después, utilizando un método distinto a la prueba de sumación, para poder evaluar la asociación indirecta de estímulos. Este autor describe la importancia de un entrenamiento constante con un EI, realizando mayor número de emparejamientos con dicho estímulo. De esta manera, se obtiene un grado de excitación similar al emparejamiento con un estímulo que es neutral.

Adaptación, adquisición y extinción

Dentro del proceso de condicionamiento no solo es necesario conocer las asociaciones y estímulos adquiridos, sino también los procedimientos relacionados a la extinción del comportamiento. Según Pavlov (1927), la extinción es un proceso de aprendizaje en el cual se realiza una asociación nueva mediante una inhibición condicionada. Estableció que dicha asociación ocurría entre la ausencia del EI y la presencia del EC. A pesar de haber dado la primera definición al término de “extinción” en el proceso de condicionamiento, varios estudios confirmaron la contradicción de dicha definición. Según Napier (1992 en Pellón *et al.*, 2014), es un proceso que tiene una duración menor a la prueba de sumación, el cual es indispensable para poder definir que el estímulo condicional es un EC negativo.

Figura 8*Curva de adquisición y de extinción*

Nota. Tomado de Domjan, 2010b.

En el contexto de la extinción hay una ausencia del EI después de presentarse un estímulo condicionado. Mediante estas repeticiones del EC se disminuye la respuesta condicionada hasta el punto de que puede desaparecer, refiriéndose al resultado y el procedimiento involucrado (Reberg, 1972 en Domjan, 2010b). Además, se difiere del proceso habitual de adquisición ya que se expone el individuo ante un estímulo de manera seguida y repetida. Es un proceso que no se relaciona con el olvido, es decir, se modifica el comportamiento, pero en base a las consecuencias de los estímulos en un lugar determinado. Por otro lado, existen diversos fenómenos que establecen que existe la creación de una asociación nueva ante la ausencia del EI y la presencia del EC.

Uno de los primeros fenómenos relacionados a la extinción es la desinhibición, la cual se caracteriza por la presencia del EC y

un estímulo nuevo. De esta manera, el individuo reacciona inmediatamente con una respuesta condicionada. Además de encontrar evidencia acerca de la asociación distinta, en la cual se presenta un nuevo estímulo, Pavlov definió la fase de recuperación espontánea como un fenómeno de extinción. Este fenómeno afirma la recuperación de una RC después de haber estado sin la presencia del EI y EC por un tiempo prolongado, es decir, existe la habilidad de recordar y reaccionar a la relación de dos estímulos mediante una respuesta determinada (Brooks y Bouton, 1993).

Por otro lado, varias investigaciones han confirmado la existencia de un fenómeno denominado “renovación”. Este fenómeno se relaciona con la RC en contextos donde ocurrió el aprendizaje. A su vez, el contexto es un factor que puede dar señales al individuo acerca de lo que podría pasar y le ofrece cierto grado de control sobre el significado del estímulo, pues se halla en un contexto específico. Es por ello que, al momento de encontrarse en un contexto diferente al de la extinción, el individuo responde mediante una RC excitatoria. Son características de la extinción que están relacionadas con factores contextuales.

El condicionamiento clásico tiene como ventaja el poder adaptarse al ambiente y responder ante ciertos estímulos que pueden provocar eventos negativos. Estos aprendizajes no solo se perciben en los laboratorios, sino también en diversos contextos de humanos y animales. El condicionamiento clásico interviene en los procesos de territorialidad y reproducción de los animales: comportamientos de defensa y agresión que tienen como fin la transmisión de genes. Hollis (1997) estudió a los peces gurami azul y sus comportamientos de territorialidad, allí establece un patrón de comportamientos de defensa en los peces machos para proteger los nidos de las hembras. Una variedad de experimentos afirmó la hipótesis de Hollis, al verificar que el condicionamiento clásico establece una ventaja, tanto en el comportamiento sexual como en la territorialidad.

En uno de los experimentos que realizó Hollis, introdujo, separadamente y sin posibilidad de que se encuentren, dos peces ma-

cho dentro de un acuario. Utilizaba un macho rival como EI para generar una RI luego de haber proyectado una luz. De esta manera, la luz representaba el EC, el cual se mostraba antes de la presencia del macho rival. El pez que recibía dicha señal mostraba conductas agresivas debido a la asociación creada anteriormente. Esta investigación muestra la ventaja que tiene el condicionamiento clásico para predecir la presencia de un peligro o, en el caso de los peces gurami, de un pez rival. Por otro lado, también influye en los cambios de comportamiento de los gurami machos al momento de encontrarse con una hembra, pues la señal que permite predecir la presencia de la hembra favorece la reproducción y construcción de nidos.

Condicionamiento con drogas

Existe una variedad de estímulos, influyendo de distintas formas en los comportamientos de los individuos. Uno de los estímulos incondicionados asociados a aspectos del ambiente son las drogas, sustancias que tiene una relación estrecha con los contextos en los cuales se consumen, así como con los individuos que se encuentran en el mismo ambiente. Uno de los fenómenos de dicho condicionamiento es la diferencia entre la RI y la RC, siendo una respuesta adaptativa que contrasta al efecto que sigue a la droga. En este caso, los estímulos condicionados están relacionados con los factores del ambiente, que a su vez provocan una RC, también denominada “respuesta condicionada compensatoria” (Siegel, 1975). Estas respuestas son provocadas por el cuerpo con el fin de favorecer la recuperación del organismo hacia una homeostasis, pudiendo a su vez disminuir los efectos secundarios de la sustancia. Es por ello que el condicionamiento con drogas parte del condicionamiento clásico, el cual puede funcionar como un factor indispensable para la protección ante los efectos secundarios.

Modelo de Rescorla y Wagner

En el condicionamiento clásico existen diferentes tipos de teorías y modelos del estilo de aprendizaje que tratan de explicar la

forma en que aprendemos. Ahora nos enfocaremos directamente en el modelo de aprendizaje de Rescorla y Wagner, y en el modelo de Pearce y Hall. Estos nos indican de forma breve la manera en que aprendemos, teniendo en cuenta que ningún ser humano aprende de la misma forma que las otras personas.

En el momento en que se asocia por primera vez un EC y un EI, este EI ocurre de manera sorpresiva luego del EC. Pero a medida que este proceso se repite determinadas veces, el EI puede llegar a predecirse, es decir, esperamos que en cualquier momento aparezca el EI a continuación del EC y esto generara que el momento del aprendizaje nunca se dé, gracias a un bloqueo que existe debido a que el EI ya fue predeterminado y no ofrece algo nuevo. Por ello, el factor de sorpresa se determina como un aspecto clave en el aprendizaje. Este estudio del bloqueo lo realizó Kamin en 1969, con ratas, en el cual determinó que era fundamental que el EC indique algo nuevo y que el EI aparezca de manera sorpresiva, brindando información nueva, sino esto generaría un bloqueo.

Debido a esto, Rescorla y Wagner propusieron un modelo de aprendizaje asociativo en el cual se determina que, en un ensayo de condicionamiento, el aprendizaje solo tiene lugar si el EI es sorpresivo. Así, ellos plantearon la “teoría del error de predicción”, en la cual se determina que mientras mayor sea el error, mayor será el aprendizaje. Esto se detalla de manera específica en la figura 9.

La imagen indica de qué manera impacta el hecho de que el EI se presente de manera sorpresiva luego del EC. Como se indica en la figura, si el EC no determina el EI, esto muestra un error de predicción positivo, lo cual predice que existe un incremento en la asociación y habrá un aprendizaje. Igualmente, se indica que si el EC predice el EI habrá una disminución asociativa y se generará que el aprendizaje no suceda. Por ello, entre mayor sea el error que ocurra mayor será el aprendizaje.

Figura 9*Predicción, sorpresa y aprendizaje en el modelo de Rescorla y Wagner*

| Situación | Error | El modelo predice |
|-------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------|
| El EC no predice nada... ocurre un EI inesperado | Positivo | Incremento en la asociación |
| El EC predice al EI... ocurre el EI predicho | Cero | No hay aprendizaje |
| El EC predice al EI... no se presenta el EI | Negativo | Disminución de la asociación |

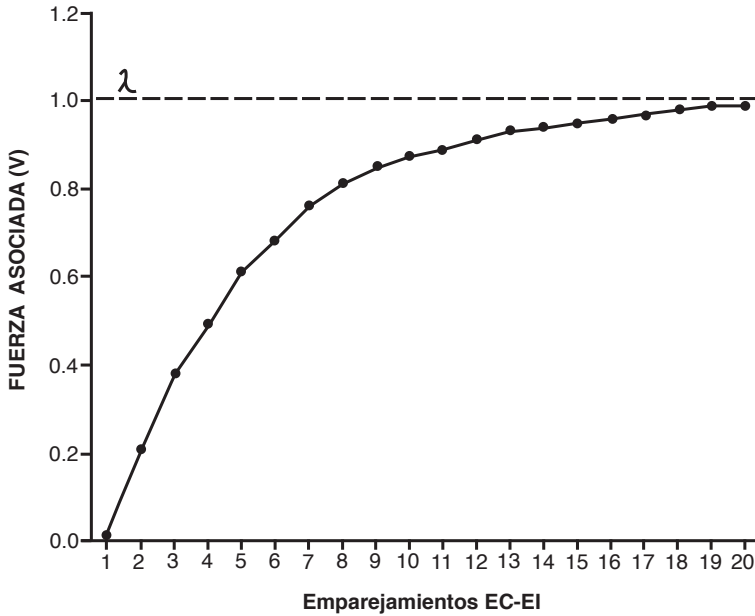
Nota. Tomado de Domjan, 2010b.

Este proceso de aprendizaje por corrección del error se puede describir mediante un modelo matemático que se plantea mediante diferentes ecuaciones, como en la figura 10.

El proceso de aprendizaje entre la asociación básica de un EC y un EI genera un crecimiento de la fuerza asociativa entre ellos dos, y a medida que estos emparejamientos se repiten en el tiempo, darán como resultado la curva de aprendizaje.

En cada ensayo de condicionamiento hay un creciente aumento de la fuerza asociativa entre el EC y el EI, por lo tanto, se da un aprendizaje. En uno de los primeros ensayos que se presentan, ese crecimiento es mayor, debido a que hay una mayor diferencia entre ensayo y ensayo, disminuyendo a medida que avanza el estudio. Rescorla y Wagner, indican que esto ocurre porque el EI es cada vez menos sorpresivo

Figura 10

Curva de aprendizaje

Nota. Tomado de Chance, 2010.

Así, este estudio es importante debido a que determina que el bloqueo del aprendizaje se origina cuando el EI fue predicho por el EC, esto genera que el EI aparezca de una forma determinada y no ocasione ningún efecto en el momento del aprendizaje. Debido a ello tenemos que un aprendizaje sea lento o que no se dé un aprendizaje sobre un evento nuevo.

Teoría de Pearce y Hall

Esta teoría se basa en la atención que se le preste al estímulo. Pearce y Hall indican que se prestará mayor atención al EC siempre que el EI se presente de una manera sorpresiva. Entre mayor sea el

grado de atención al EC, mejor será el proceso de aprendizaje. El grado de atención al EC dependerá en gran medida de que el EI sea presentado de manera sorpresiva, de lo contrario, el individuo bloqueará y no prestará atención al EC.

A medida que el EI sea más sorpresivo, se incrementará la fuerza asociativa del aprendizaje. Por lo cual es determinante para el individuo que el EC sea informativo y que no se pueda predecir el EI instantáneamente, porque por esto el individuo pierde el interés en volver a prestar atención a ese estímulo. Esto indica que se debe prestar atención a los EC para poder controlar el proceso de aprendizaje y a cómo responder o actuar apropiadamente ante ellos luego de que se presente el EI. Esto se diferencia del modelo de Rescola y Wagner que se basa netamente en lo sorpresivo de la aparición de un estímulo y no menciona el factor atencional.

Aplicaciones del condicionamiento clásico

La investigación del condicionamiento clásico ha inducido nuevas maneras de tratar diferentes problemas humanos. A continuación, se examinarán cinco fenómenos que el condicionamiento clásico ha cambiado nuestra perspectiva sobre ellos.

El temor

Watson, en su estudio, indicó que la mayoría de las reacciones emocionales como amor, temor, etc. son directamente aprendidas y se adquieren prácticamente del condicionamiento clásico. Watson denominó a estas reacciones como respuestas emocionales condicionales, las cuales son determinadas directamente por la reacción que tenga un individuo frente al EI que procede del EC.

Watson, mediante un experimento que realizó con niños de meses de edad, determinó que los niños no les temían a ciertas cosas que se les mostraban, pero al mostrarle el objeto acompañado de un sonido fuerte, hizo que los infantes asocien el objeto con el soni-

do fuerte, lo que provocó una reacción condicionada por parte del EI, que se le implantó al infante frente al objeto, que era el EC. Así, Watson demostró que un EI puede generar una RC como el temor hacia algo.

El temor que siente un individuo hacia una situación u objeto se ve condicionado por un EI. Por lo cual, Watson también contribuyó con tratamientos para el temor, como el denominado “contracondicionamiento”. El contracondicionamiento es una técnica que se utilizó para eliminar o superar un temor mediante el condicionamiento, consistía en presentar el EC y disminuir el temor mediante el EI, lo cual generaba que el individuo preste una mayor atención al EI que al EC, que era el que le provocaba temor o algún tipo de ansiedad.

Dentro del contracondicionamiento existen dos tipos que son utilizados para eliminar alguna fobia o temor. La primera consiste en que un individuo imagine de una forma leve el EC que le produce temor o ansiedad cuando se encuentre relajado, para poder disminuir el impacto del temor que genera este en él. La segunda es la realidad virtual, la cual se adapta a las conductas que presenta el individuo hacia el estímulo por medio de instrumentos que se utilizan para tratar el temor.

La publicidad

La publicidad siempre ha mostrado un interés en cómo surgen las reacciones emocionales en los individuos frente a los objetos. Le interesa que el individuo genere sentimientos de afecto hacia un objeto y así sienta la necesidad de comprarlo, como si fuese una gratificación.

Los anuncios publicitarios aparean a los productos con estímulos que producen sentimientos positivos hacia el objeto, por ejemplo, los anuncios en televisión que solo muestran los aspectos positivos del objeto y esto genera en el consumidor ganas de po-

seerlo, es decir, comprarlo o consumirlo. Por ello es cierto que las agencias publicitarias utilizan estímulos, como música agradable y personas atractivas, para que el consumidor se sienta bien con los objetos promocionados.

Excitación sexual

El condicionamiento clásico no explica totalmente por qué una persona siente atracción por otra persona en particular y no por cualquiera, pero sí puede explicar el tipo de actividades que las personas consideran como excitantes, por ejemplo, el masoquismo. En el masoquismo, un individuo disfruta del dolor para satisfacer su placer, es decir, el dolor o las experiencias degradantes tienden a ser el EC que genera excitación en el individuo.

Hay otros tipos de actividades sexuales como la pedofilia, la excitación hacia un objeto o una parte del cuerpo, el exhibicionismo o el travestismo. Este tipo de prácticas sexuales se pueden tratar — cuando resultan socialmente reprochables para el paciente— con la aversión en conjunto a otro tipo de terapias. En estas terapias, el EC que produce la excitación sexual se aparea con un EI que provoca una respuesta diferente, que será desagradable, como las náuseas. La terapia de aversión es un tipo de contracondicionamiento y cuando este tipo de terapia es eficaz, genera que aquel estímulo que alguna vez produjo un tipo de excitación sexual, ya no lo haga y en cambio provoque sentimientos desagradables y situaciones incómodas.

TEMA 4

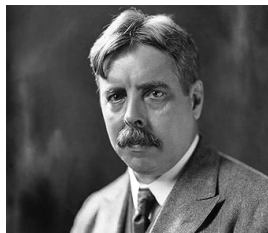
Condicionamiento instrumental u operante

Antecedentes históricos y surgimiento

La mayoría de las personas, a finales del siglo XIX, estaban convencidas de que los animales aprendían por medio del razonamiento. Un estudiante de posgrado, Edward Lee Thorndike, consideraba que esto era imposible. Siendo un tema de interés de la época, Thorndike se enfocó en el estudio de la inteligencia animal, ideando un experimento que consistía en presentarle un problema a un animal, luego se le presentaba el problema nuevamente y analizaba si el desempeño o respuesta del animal mejoraba. Por lo mencionado anteriormente se dice que él estudiaba la inteligencia de los animales al estudiar el aprendizaje de estos animales (Chance, 2001).

Figura 11

Edward. L Thorndike



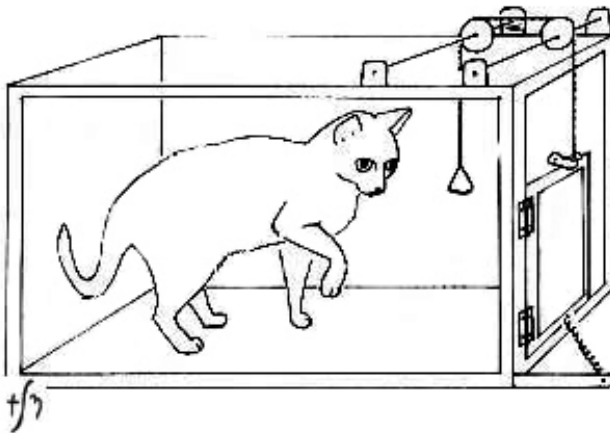
Nota. Tomado de Chance, 2001.

Uno de sus experimentos consistió en colocar un pollo en un laberinto. De tomar el camino correcto, este llegaba a un gallinero con otros pollos y alimento. Thorndike se dio cuenta que, con cada ensayo, el pollo se desenvolvía de mejor manera. Finalmente, al ser colocado el pollo en el laberinto se dirigía directamente al camino correcto (Chance, 2001).

El experimento más conocido de Thorndike fue con gatos. El investigador introdujo a un gato hambriento en una caja y colocó de manera visible comida para el animal, pero fuera del alcance de este. La puerta de la caja se abría de manera muy simple: pisando un pedal o jalando un alambre. Al principio del experimento, al igual que con los pollos, el gato efectuó respuestas sin éxito como arañar, tratar de escaparse por alguna abertura, morder, etc. A medida que Thorndike colocaba nuevamente al gato en la caja para otras pruebas, este realizaba los mismos movimientos hasta que logró la respuesta correcta. Con cada nuevo ensayo, el gato hacía menos movimientos insatisfactorios hasta el punto que consiguió escapar de inmediato (Chance, 2001).

Figura 12

Caja de Thorndike



Nota. Tomado de Gluck *et al.*, 2009.

Thorndike llegó a la conclusión de que cuando la respuesta de un animal conlleva una consecuencia gratificante (escapar de la caja y comida), la probabilidad de que ocurra nuevamente se incrementa. Por el contrario, si la respuesta conlleva una consecuencia desagradable (por ejemplo: una descarga eléctrica), la probabilidad de que ocurra nuevamente disminuye. Es así como Thorndike determinó la “ley del efecto”, la cual indica que la probabilidad de una respuesta (R) a un estímulo (E) está determinada por la consecuencia (C) que se obtuvo como R en el pasado. En el caso del experimento de la caja y el gato, E es la caja, R son los movimientos que se requieren para abrirla y C es el escape y la comida. En pocas palabras: la conducta se manifiesta en función de sus consecuencias (Gluck *et al.*, 2009).

Tomando como base lo establecido por Thorndike, Skinner realizó una serie de estudios para lo cual creó la famosa “caja de Skinner”, que estaba diseñada para dejar caer pequeñas porciones de alimento de forma automática. Una vez que el animal se habituaba a eso, Skinner colocaba una palanca y procedía a observar el comportamiento del animal. Conforme la hambrienta rata recorría su entorno, solía aplastar la palanca. Posterior a eso, Skinner conectó la palanca al depósito de comida, por lo que, si la rata presionaba la palanca, se produciría una consecuencia positiva. Por consiguiente, se produjo un aumento drástico en la frecuencia de opresión de la palanca (Chance, 2001).

Figura 13

B. F. Skinner



Nota. Tomado de Chance, 2001.

El proceso por el cual una conducta se debilita o fortalece, según sus consecuencias, se conoce como *aprendizaje operante*, ya que la conducta opera sobre el ambiente. Según Skinner, las personas cambian como consecuencia de sus actos; asimismo, las personas actúan sobre el mundo y lo cambian. La conducta es instrumental en cuanto a la producción de estas consecuencias, por lo que a este aprendizaje se lo llama *aprendizaje instrumental* (Chance, 2001).

Definición del condicionamiento instrumental

El condicionamiento o aprendizaje instrumental es el proceso mediante el cual los sujetos aprenden a dar una respuesta para evitar u obtener una consecuencia. Se utiliza el término “instrumental” porque el instrumento para producir la consecuencia es la conducta del individuo (Gluck *et al.*, 2009).

El condicionamiento instrumental u operante se utiliza para entrenar conductas. Un claro ejemplo de ello es el control de esfínteres en los niños. Supongamos que tenemos una pequeña niña que está aprendiendo a usar la bacinica. Cada vez que la pequeña orina en ella, sus padres la elogian y hasta pueden darle una recompensa material por dicho comportamiento. Con el tiempo, la niña aprende que cada vez que orine en la bacinica recibirá una recompensa. Por el contrario, si la niña llegase a tener un accidente, recibe el reproche o la desaprobación de sus padres o cuidadores a manera de castigo. Esto lleva a la niña a aprender a controlar y aguantar el tiempo necesario la micción para llegar a la bacinica y así evitar un castigo y obtener una recompensa. Con el pasar del tiempo la conducta se torna automática y aunque la niña no reciba recompensa por ello, seguirá repitiéndola, porque habrá llegado a la edad de comprender las obligaciones sociales de la higiene y el buen comportamiento, así como la vergüenza social que implica no cumplirlas. Otros ejemplos de condicionamiento instrumental en acción serían los que se observan en los *shows* de animales de circo, donde los osos bailan en dos

patas, el león permite que su entrenador introduzca la cabeza en su boca, los elefantes hacen equilibrio, etc. (Gluck *et al.*, 2009).

Skinner y Thorndike establecieron que hay tres componentes del condicionamiento instrumental, los cuales vamos a revisar a continuación.

El estímulo

Un estímulo puede ser cualquier evento u objeto que el individuo pueda detectar e indican que por medio de una respuesta particular, se dará un resultado específico. Un ejemplo claro de esto serían las competencias de natación, donde el silbato de salida sería el estímulo, la respuesta a este estímulo sería zambullirse y la consecuencia es tomar ventaja en la competencia (Gluck *et al.*, 2009). Por lo tanto, el estímulo es la primera parte del proceso que desencadena una respuesta y conlleva a una consecuencia.

La respuesta

En este estilo de aprendizaje, el individuo da una respuesta para obtener o evitar una consecuencia. Por ejemplo, el gato de Thorndike puede acceder a la comida cuando este presiona el pedal o el alambre. En este caso, el estímulo sería el pedal o alambre, la respuesta sería presionar la palanca y la consecuencia es obtener comida (Gluck *et al.*, 2009).

La consecuencia

La consecuencia es el acontecimiento que es producido o surge por causa de un hecho o acto. En el caso de la niña que está aprendiendo a controlar sus esfínteres, el estímulo es la bacinica cuya respuesta sería orinar en ella y la consecuencia sería el elogio que recibe por parte de sus padres a causa de haber orinado en la bacinica (Gluck *et al.*, 2009).

Comparación entre condicionamiento clásico y condicionamiento instrumental

Algún tiempo después, Skinner leyó los estudios de Thorndike y Pavlov, y concluyó que ambos tipos de aprendizaje son diferentes. Es muy fácil confundir el condicionamiento clásico y el instrumental u operante, inclusive se pueden dar ocasiones en que ocurran simultáneamente. Este fue el caso del bebé Albert, del experimento dirigido por Rayner y Watson, en donde el niño fue expuesto a una rata blanca con la cual jugó durante semanas. Un día Albert intentó alcanzar la rata con su mano, en el momento en que lo consiguió se golpeó una barra que estaba detrás de su cabeza provocando un estruendo que asustó al bebé. Nos damos cuenta de que se utilizó condicionamiento clásico al aparear a la rata con el ruido, independientemente de lo que Albert hacía, pero también se aplicó aprendizaje instrumental ya que al tomar la rata (respuesta) tuvo como consecuencia un ruido fuerte, sin tomar la rata no se producía el estruendo (Chance, 2001).

La clave está en poner atención a la consecuencia: *si la consecuencia ocurre independientemente de la respuesta*, estamos hablando de condicionamiento clásico, pero *si la consecuencia depende de la respuesta*, entonces se trata de condicionamiento instrumental (Gluck *et al.*, 2009). Otras diferencias que nos ayudan a entender ambos aprendizajes son:

- En cuanto a la naturaleza de la respuesta, en el condicionamiento clásico es involuntaria, es decir refleja, donde participa el sistema nervioso autónomo. En cambio, en el condicionamiento instrumental se trata de una respuesta voluntaria y espontánea, donde interviene el sistema nervioso central (Chance, 2001).
- En el condicionamiento clásico, la conducta responde a estímulos, mientras que, en el condicionamiento instrumental, la conducta reforzada tiende a repetirse (Chance, 2001).

- Hay asociación de estímulos (estímulo condicionado e incondicionado) en el condicionamiento clásico mientras que, en el condicionamiento instrumental, hay asociación de estímulos, respuestas e inclusive del ambiente (Chance, 2001).
- El reforzamiento en el condicionamiento clásico ocurre con la asociación de los estímulos condicionado e incondicionado, antes de la respuesta. Mientras que en el condicionamiento instrumental ocurre después de la respuesta (Chance, 2001).
- El papel del aprendiz en el condicionamiento clásico es pasivo puesto a que la respuesta la produce el estímulo incondicionado. En el condicionamiento instrumental, es aprendizaje es activo con la emisión de la respuesta (Chance, 2001).
- En el condicionamiento clásico el aprendizaje y el olvido se producen rápidamente mientras que en el aprendizaje y el olvido son lentos (Chance, 2001).

El condicionamiento clásico y el instrumental tienen muchas características en común, como por ejemplo, la curva de aprendizaje, además de la tendencia de que las respuestas que fueron aprendidas se extingan al dejar de asociarse con una consecuencia (Gluck *et al.*, 2009).

Procedimientos básicos del condicionamiento operante o instrumental

Skinner establece cuatro procedimientos operantes, dos fortalecerán la conducta y dos la debilitarán (Chance, 2001). Otros autores dividen estos procedimientos en dos tipos: *los reforzadores y el castigo*. Los reforzadores se dividen en positivos y negativos (evitación y escape), además en reforzadores primarios, secundarios o condicionados, inmediatos y retardados. El castigo se divide en positivo y negativo (Myers, 2011).

Un reforzador será un impulso que acrecienta la continuidad de la respuesta a la que sigue y reforzamiento es el acto de suministrar un reforzador tras una conducta (Ormrod, 2005). Un reforzador

podría ser una retribución material como alimentos o riqueza, un enaltecimiento, la obtención de atención o simplemente una actividad. Los reforzadores cambian de acuerdo a las circunstancias, ya que lo que sirve de reforzador para una persona (entradas para un recital de ópera) quizás no lo sea para otra persona (Myers, 2011).

Catania (1998) asegura que todo procedimiento debe tener tres rasgos para poder ser considerado como reforzamiento:

- La conducta debe tener consecuencias.
- La conducta debe ir en aumento.
- Su incremento resulta de la consecuencia.

Se debe aclarar que la mayoría de los experimentos y ejemplos dados corresponden al *reforzamiento continuo*, que no es más que la respuesta deseada cada vez que esta tiene lugar, pero existe también el *reforzamiento parcial* o *intermitente*, en el cual se refuerza una respuesta solo parte del tiempo, es decir, hace más lenta la adquisición de una respuesta, pero crea mucha mayor resistencia a la extinción que el refuerzo continuo (Myers, 2011).

Los procedimientos operantes: reforzadores

El reforzador positivo (+)

Será algo que el sujeto desea obtener, sin embargo, Skinner (1953) asegura que la única característica que define a un estímulo reforzante es que refuerza. El efecto del reforzador positivo es fortalecer la conducta que lo precede, por ejemplo: si un perro ladra y se le da comida es probable que vuelva a ladrar si desea más comida (Chance, 2001).

El reforzador negativo (−)

Un estímulo del que el sujeto trata de escapar (la respuesta descarta la aparición de un estímulo hostil) o evitar (la respuesta

prevé la agudeza de un estímulo hostil). Por ejemplo: si un perro al llover busca un lugar para protegerse de la lluvia, es probable que la próxima vez que llueva busque un lugar donde protegerse de la lluvia.

Tanto el R+ como el R- dan como consecuencia la enseñanza de nuevas conductas o el fortalecimiento de conductas que antes ya existían (Morris y Maisto, 2011). En algunos casos, el R+ y el R- coexisten, por ejemplo: un estudiante que sale mal de un examen final y decide estudiar para el próximo: él se verá reforzado por la disminución de la ansiedad (R-) y por una nota mejor (R+). Con este ejemplo se deja claro lo que es un reforzador: una consecuencia que refuerza un comportamiento (Myers, 2011).

Los reforzadores primarios

Son aquellos que en la mayor parte de los casos se dan de manera natural, aunque es mejor decir que son aquellos que no dependen de su alianza con otros (Chance, 2001) y producen una satisfacción (Myers, 2011). Estos no van a necesitar un aprendizaje previo para hacerlos reforzantes (Morris y Maisto, 2011). Por ejemplo: comida, sexo, estimulación eléctrica débil de tejidos cerebrales, aplacamiento de calor, del frío o el uso de ciertas drogas. A pesar de ser poderosos, existen pocos en número y probablemente tengan una función limitada en el aprendizaje humano (Chance, 2001).

Los reforzadores secundarios o condicionados

Son aprendidos y logran su poder de la alianza con los reforzadores primarios (Myers, 2011). No tienen valor intrínseco, pero adquieren este valor o sentido de recompensa a través de la asociación con los primarios (Morris y Maisto, 2011). En general, son más frágiles que los primarios, aunque poseen algunas ventajas:

- Producen saciedad lentamente (al comer algo el primer mordisco (primario) sacia de manera rápida el hambre pero va perdiendo efecto mientras continua comiendo).

- Refuerzan la conducta más fácil (se relaciona al animal a un premio por realizar algo bien pero se le agrega un extra para que aparte de premiarlo por hacer algo bien ejerza otra acción como el caminar hacia la persona que le dará el alimento).
- Desorganizan menos a los individuos que los primarios y se los utiliza en muchas situaciones diferentes (reforzados generalizados).

Las desventajas de estos reforzadores son que su efectividad estará subordinada a los primarios y que son menos flexibles (Chance, 2001). El dinero es un claro ejemplo de reforzador secundario, ya que por sí solo es simplemente un papel, pero adquiere valor una vez que por medio de este puedo obtener comida, agua, sexo, entre otros (Morris y Maisto, 2011). También las buenas calificaciones, un tono de voz agradable o las palabras de elogio, son reforzadores de este tipo.

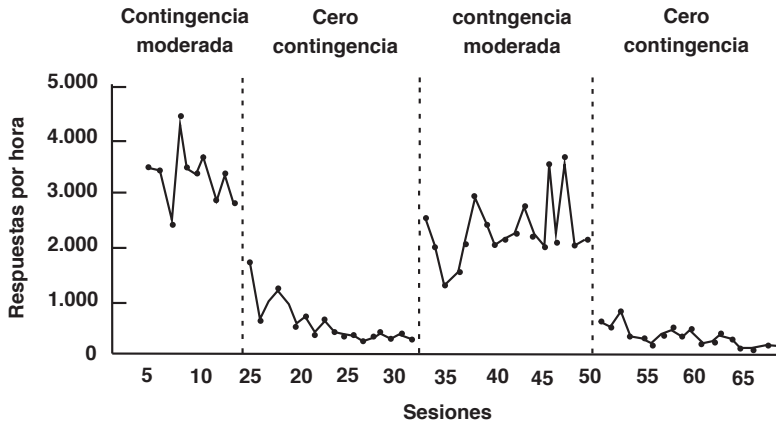
Los reforzadores inmediatos

Son lo que procuran la obtención inmediata de una gratificación esperada por el sujeto al realizar una acción específica.

Los reforzadores retardados

Son los más comunes en los seres vivos, ya que siempre estaremos recibiendo una gratificación por realizar una acción que se desencadene en la consecuencia deseada por quien otorga dicha gratificación. Lamentablemente, las recompensas pequeñas pero inmediatas son más atractivas que las recompensas grandes pero tardías (Myers, 2011).

Figura 14

Contingencia E-R y reforzamiento

Nota. Tomado de Chance, 2001.

Variables que afectan el reforzamiento

Contingencia E-R: es un efecto específico que dependerá de la realización de una conducta específica. El índice en el que cambia una conducta varía según el grado en que un reforzador es contingente a la misma.

- *Contigüidad E-R*: es la abertura entre una respuesta y sus resultados, y tiene una consecuencia potente sobre el índice de aprendizaje operante, es decir, mientras más corto es el intervalo más rápido ocurrirá el aprendizaje. Un motivo por el que los efectos inmediatos ocasionan resultados favorables es que el retraso da tiempo para que aparezca otra conducta, la cual se reforzará dejando a un lado la anterior. Sin embargo, a pesar de esto, el aprendizaje puede ocurrir ya que se podrían eliminar las consecuencias de la demora en el reforzamiento si esta es anticipada de forma habitual por un estímulo específico (Chance, 2001).

- *Otras variables*: experiencias previas de aprendizaje, competencia entre contingencias y “aprendizaje por ensayo y error”.
- *Características del reforzador*: la cantidad, intensidad, tipo de reforzador y diferencias cualitativas cumplen un cargo primordial en la determinación del poder de reforzamiento (Chance, 2001).
- *Nivel de privación*: entre mayor es el grado de privación, más eficaz es el reforzador, en el caso de los primarios, y menos importante en los secundarios (Chance, 2001).

Teorías del reforzamiento positivo

1. *Teoría de Hull sobre la reducción de la pulsión*. Hull (1943, 1951, 1952) afirma que animales y personas exponen sus conductas a consecuencia de estados emocionales denominados “pulsiones”, ya que toda conducta es, literalmente, impulsada. Actualmente muchos psicólogos dicen que esta teoría tiene una explicación insatisfactoria de las razones por las que los reforzadores funcionan, ya que existen muchos reforzadores que no reducen la pulsión ni adquirieren las propiedades reforzantes de la asociación con otros reforzadores (Chance, 2001).

2. *Teoría del valor relativo y el principio de Premack*. Premack (1959, 1963) afirma que los reforzadores muy bien podrían ser considerados como una conducta. En el ejemplo de presionar una palanca para obtener comida, se dice que el reforzador es la comida, pero se podría considerar fácilmente que el reforzador es el acto de comer. El autor afirma que el valor relativo de las actividades es lo que define el valor del reforzamiento. Su ventaja es que se trata de una explicación netamente empírica, sin necesidad de hipótesis como la pulsión. En contraparte, los problemas nacen con los reforzadores secundarios, pues no explica por qué la palabra SÍ es un reforzante. Así, la conducta de baja probabilidad reforzará la de alta probabilidad, solo si se impidió que el sujeto realice por un tiempo prolongado la primera.

3. *Teoría de privación de respuesta.* Timberlake y Allison (1974) dicen que la conducta se vuelve reforzante cuando se evita que el sujeto la lleve a cabo. Esta teoría actúa de manera adecuada con algunos reforzadores, pero al igual que la teoría de Premack, no puede explicar el poder reforzante de la palabra Sí.

Teorías del reforzamiento negativo

1. *Teoría de dos procesos.* Esta teoría afirma que para que ocurra el aprendizaje de escape-evitación aparecen los procedimientos pavlovianos y operantes. Por ejemplo: un perro aprende a saltar un obstáculo. Se apaga la luz y recibe un golpe, el perro salta el obstáculo donde no recibe el golpe (R-, procedimiento operante), el perro aprende a saltar el obstáculo y evitar el golpe, y aquí aparece el procedimiento pavloviano, antes del golpe se apaga la luz (el golpe es un EI para el temor). Entonces, la relación oscuridad-golpe hace que el perro salte el obstáculo apenas no haya luz para así evitar ser golpeado (Chance, 2001).

2. *Teoría de un proceso.* La evitación supone solo un procedimiento, el operante. Se aprende a efectuar las respuestas de evitación y escape porque es reforzada una disminución de la estimulación aversiva. Por ejemplo, utilizando el mismo del perro que salta el obstáculo al momento de no haber luz para evitar el golpe, la teoría de los dos procesos indica que la ausencia del golpe es un reforzador de la conducta. Aquí es donde nace la pregunta ¿cómo puede ser la ausencia de algo un reforzador? Los defensores de la teoría de un proceso dicen que sí existe algo y que la reducción en la exposición al choque sí es un reforzador (Chance, 2001).

Los procedimientos operantes: castigos

El efecto del castigo es el opuesto al del reforzamiento, ya que este aumenta un comportamiento mientras que el primero lo reduce. En sí, un castigador es todo resultado que aminora la frecuencia

de un comportamiento anterior (Myers, 2011). Los efectos del castigo normalmente insinúan aspectos punitivos como golpes físicos, multas, amonestaciones, entre otros. Sin embargo, es de suma importancia recalcar que los elementos punitivos, en este caso los reforzadores, se van a definir por sus efectos en la conducta, es decir, si un suceso no baja la tasa de la conducta que sigue a este, entonces, no será punitivo y el procedimiento no es castigo. Encontramos así dos tipos de castigos: el positivo y el negativo (Morris y Maisto, 2011).

El castigo positivo

En este tipo de castigo una conducta (R) resulta de la suma de algo a la situación (EC), reduciendo la frecuencia de esa conducta. Por ejemplo: un perro que se mete a un patio ajeno al suyo es mordido por el perro de ese patio, si el perro que invade aprende que no debe entrar a ese patio, la conducta ha sido castigada. Así, la conducta (R) origina que algo se sume a la situación (EC) y esto aminora la frecuencia de esa conducta (Chance, 2001).

El castigo negativo

En este tipo de castigo la consecuencia es que algo se traslade de la situación. Por ejemplo: un perro que mastica un zapato de la casa y se lo quitan cuando su dueño lo llama, el perro tendrá una menor disposición a ir donde el dueño la próxima vez que lo llame. Aquí la conducta (R) origina que algo sea removido o quitado de la situación (EC) y aminora la tasa de la conducta (Chance, 2001).

Variables que afectan el castigo

- *Contingencia ER*: todo castigo implicará hacer un evento contingente a una conducta particular. El nivel en que el procedimiento disminuye una conducta varía de acuerdo al grado en que un castigo es dependiente de la conducta (Chance, 2001).

- *Contigüidad*: el intervalo entre respuestas y consecuencias punitivas posee un efecto importante en la tasa del aprendizaje operante. Es decir, a mayor demora entre una respuesta y sus consecuencias, menor efectividad es el procedimiento (Chance, 2001).
- *Intensidad del castigo*: la potencia de un evento punitivo es importante en los efectos que tendrá en la conducta, muchos eventos punitivos débiles tendrán poco o nada de efecto (Chance, 2001).
- *Nivel introductorio del castigo*: se puede iniciar un evento punitivo fuerte que podría suprimir la conducta o uno débil que poco a poco aumentará su potencia hasta lograr el objetivo. El problema de empezar con uno débil es que la conducta implicada seguirá igual durante el incremento y al final se necesitará un evento punitivo mucho más fuerte que el que se pensó en primera instancia.
- *Reforzamiento de la conducta castigada*: no se debe olvidar que la conducta se mantiene por el reforzamiento, si no, la conducta se extingue cayendo en un nivel muy bajo, dando como consecuencia que la eficacia del procedimiento de castigo dependa de la repetición, cantidad y calidad del reforzamiento que la conducta produce.
- *Fuentes alternativas del reforzamiento*: algo importante es la relación que existe entre la disponibilidad de alternativas para obtener el reforzamiento.
- *Nivel de privación*: se relaciona de manera inmediata con el reforzamiento de la conducta, por ejemplo: una rata hambrienta presionará la palanca que le proporcionara comida así le cause un choque, pero dejará de hacerlo si no tiene hambre.
- *Otras variables*: los rasgos cualitativos del evento punitivo, por ejemplo: un sonido elevado será más punitivo que un sonido bajo.

Teorías del castigo

1. *Teoría de dos procesos.* El castigo utiliza el procedimiento pavloviano y el operante, por ejemplo: una persona se sienta en un balcón y se cae de dos metros de altura hasta la calle, esta persona siente dolor al caer, pero no le causa un daño permanente. Después de este suceso puede que pensar en sentarse nuevamente en un balcón lo aterrice o lo inquiete, y se sentirá mejor alejándose del mismo (reforzador). Esta teoría tiene detractores quienes dicen que, en este caso, el castigo sería como la evitación y por esta razón ha perdido terreno, en comparación con la teoría del castigo de un proceso.

2. *Teoría de un proceso.* Esta teoría es parecida a la teoría de evitación de un proceso, pues involucra solo el aspecto operante. El castigo minora una conducta tanto como el reforzamiento la fortalece. Por ejemplo: si a una rata se la hace correr (conducta de baja probabilidad) para alcanzar su comida, comerá (conducta de alta probabilidad) menos. Afirmando con este ejemplo lo que dijo Thorndike: “El castigo y el reforzamiento poseen consecuencias simétricas, aunque opuestas en la conducta”. Pero esto no significa que las dos sean igual de apreciables para cambiar una conducta, ya que el castigo deja mucho que ambicionar como un recurso de cambio: actúa, pero también crea contrariedades (Ormrod, 2005).

Problemas con el castigo

- *Escape:* la respuesta más común frente a algo hostil es escapar: huir, mentir, engañar y lo más peligroso, el suicidio. Por ejemplo: el chico que rompe un florero de su casa y sabe que lo castigarán, escapará del lugar para que no lo culpen; un estudiante que no hace la tarea, llega a la escuela y dice que el perro se la comió o la copia en clases (Gluck *et al.*, 2009).
- *Agresión:* otra forma de escape es atacar a aquello que causa daño, normalmente se lo utiliza cuando el escape es im-

sible y demuestra que la agresión frecuente es una manera eficiente de ejercer control sobre lo que causa malestar o daño. La agresión no suele ser aplicada de manera directa a quien produce el daño, sino de forma indirecta: hacia una persona, objeto o situación que son apreciados por quien produjo el daño. Además, estas personas intentan que su agresión se vea racional.

- *Apatía*: cuando el escape o agresión no surten efecto, aparece la apatía, que no es más que la omisión general de la conducta y no solo de la conducta castigada.
- *Abuso*: este es un gran problema, ya que habrá consecuencias visibles sobre quien se aplica el castigo. Es causa de muerte, en algunos casos, por la intensidad con que se realiza el castigo (Chance, 2001).
- *Imitación del castigo*: otro problema grave es que la persona a la cual se le aplica el castigo, en un futuro, lo aplicará de forma similar a quien crea conveniente, incluso si las razones no lo respaldan.

Alternativas para evitar el castigo

Existen alternativas efectivas al castigo como la *prevención de la respuesta* (prevenir para que no ocurra el hecho y así se evita el castigo), la *extinción* (negar reforzamientos para una conducta específica) y algunas *formas de reforzamiento diferencial* (reforzamiento diferencial de tasa baja, reforzamiento diferencial de conducta incompatible y reforzamiento diferencial de conducta alternativa).

Extinción y recuperación del condicionamiento operante

La extinción resulta de conservar el reforzamiento, pero esta no conduce a un decremento fugaz en la frecuencia de la respuesta en sí. Cuando el reforzamiento se va descontinuoando, en primera instancia,

suele existir un pequeño incremento en la respuesta antes que se reduzca la fuerza o frecuencia de respuesta (Morris y Maisto, 2011).

La conducta también cambia al inicio de la extinción y se vuelve más variable y enérgica. Por ejemplo: una persona mete monedas en la máquina expendedora de bebidas, esta no le expulsa la bebida que desea, la persona empieza a golpear la máquina, meter más monedas y seguirá intentándolo hasta que deja de intentarlo (Morris y Maisto, 2011).

Al igual que en el condicionamiento clásico, la extinción no borra una respuesta para siempre. La recuperación espontánea ocurre si pasa un tiempo después de la extinción inicial. Tanto la extinción como la recuperación espontánea se pueden entender en términos de la interferencia de nuevas conductas, por ejemplo: si la rata no es reforzada para aplastar la palanca, empezará a producir otras conductas y estas interferirán con la respuesta operante de presionar la palanca, originando la extinción. La recuperación espontánea es una victoria del entrenamiento original sobre las respuestas que causan la interferencia (Morris y Maisto, 2011).

La extinción está ligada con la frecuencia, tiempo y tipo de conducta (simple y compleja). Una conducta compleja —mientras más tiempo y con mayor frecuencia se realice— es más difícil que se extinga. Las respuestas que ocasionalmente se reforzaron durante la adquisición, resisten con más fuerza que las que se refuerzan cada vez que ocurren. Por último, las conductas aprendidas a través de castigos son muy difíciles de extinguir (Morris y Maisto, 2011).

Programas de reforzamiento

Los programas de reforzamiento más relevantes son el de intervalo fijo y variable, que se refieren a la cantidad de tiempo que utilizan, además de los de razón fija y variable, que se refieren a la cantidad de respuestas acertadas (Morris y Maisto, 2011). En gene-

ral, los programas de reforzamiento se clasifican en dos grandes grupos: simples y complejos.

Programas de reforzamiento simples

1. *Programa de intervalo fijo o IF.* Estos se caracterizan por el tiempo determinado, ya que mientras se acerque el reforzamiento va aumentar la dedicación, en cambio cuando el reforzador ya haya pasado este disminuirá el nivel de dedicación, y así se mantendrá entre cada vaivén del reforzador. Un claro ejemplo de ello sería cuando se manda a escribir ensayos y se los realiza por lo general cerca del día indicado y no antes, aquí se incrementa el estudio, por tanto, una vez entregado el ensayo disminuye la dedicación hasta el próximo ensayo (Morris y Maisto, 2011).

2. *Programa de intervalo variable.* El tiempo se caracteriza por ser cambiante, por esta razón los reforzadores se presentan de manera variada en diferentes momentos, lo que hace que la dedicación se vuelva constante y de esta forma no se pierda la recompensa. Un ejemplo de ello puede ser cuando a los estudiantes de medicina tienen que estudiar para dar lecciones que probablemente les realicen la siguiente clase o no, o por consiguiente solo les preguntan en media clase sobre el tema anterior, por ende, ellos deben estudiar todo el tiempo para no bajar su rendimiento académico (Morris y Maisto, 2011).

3. *Programa de razón fija.* El reforzador se presenta luego de que se haya dado una determinada cantidad de respuestas, por ejemplo, cuando una fábrica requiere la elaboración de un número específico de productos y una vez que hayan cumplido con el pedido, entonces, se les entrega su pago (Myers, 2011).

4. *Programa de razón variable o RV.* Tiene similitud con el de razón fija, ya que ambos comparten la forma: si obtienen más respuestas, más serán los reforzadores. La diferencia es que esta razón variable seguirá intentando sacar la mayor cantidad de respuestas, aunque el reforzador no esté cerca.

5. *Programa de tiempo fijo o TF*. En este programa se recibe un reforzador en un tiempo específico sin la necesidad de que se dé un resultado. Tiene similitud con el de intervalo fijo, pero este sí necesita de una respuesta para que se haga presente el reforzador. La conducta supersticiosa menciona que los sujetos en programas de tiempo fijo responden a los reforzadores como si estos fueran contingentes a las respuestas, es decir, en función de si sucede o no la respuesta esperada (Chance, 2001).

6. *Programa de tiempo variable o TV*. El reforzador aparece en tiempos constantes y a la vez variables, en periodos más largos o cortos que otros, pero al igual que el TF no se necesita de la respuesta, por ejemplo: cuando una persona se va de pesca la duración de tiempo en que atrape un pez puede variar, pero el reforzador estará presente. Asimismo, la conducta supersticiosa menciona que al TV lo relacionan con casos que pasan fuera del laboratorio (Chance, 2001).

7. *Programa de duración fija o DF*. Se refiere a que el reforzador aparecerá dependiendo de si se cumple la respuesta en una duración de tiempo siempre determinado, como cuando se practica fútbol durante dos horas como rutina diaria y luego se es recompensado con alguna comida, solo si cumple siempre con su entrenamiento (Chance, 2001).

8. *Programa de duración variable o DV*. A diferencia del anterior, aquí los reforzadores pueden aparecer en cualquier momento, por ejemplo: se puede practicar fútbol más de dos horas, pero por lo menos debe entrenar dos horas para que el reforzador aparezca, además de que el sujeto no sabe cuándo recibirá dicho reforzamiento (Chance, 2001). Aquí es importante que los reforzadores sean realmente placenteros para que el desempeño sea productivo y no baje el nivel de respuesta en caso de que los reforzamientos no sean los justos (Chance, 2011).

Programas de reforzamiento complejos

1. *Programa múltiple.* En este programa las respuestas son manejadas por dos programas simples, los cuales intervienen cada uno con un estímulo específico. Por ejemplo, un gato toca un ratón de juguete que aparece y desaparece en un IF (luz roja) y en uno de RV (luz azul), estos programas se turnarán en aparecer y darán un resultado.

2. *Programa mixto.* Similar a un programa múltiple, pero con la diferencia de que en este no se presentarán estímulos, es decir, no habrá luces que los diferencien: puede presentarse un IF en 30 segundos y el de RV en 60 segundos, pero el gato seguirá atrapando el ratón sin darse cuenta de que el programa ha cambiado.

3. *Programa en cadena.* El reforzador solo se hará presente si se termina todo el programa, es decir, si se realiza todo el proceso de una actividad. Por ejemplo, para que el gato reciba el atún, debe atrapar al ratón en 10 segundos durante la luz roja, si lo atrapa, esta luz cambiará a azul; al atrapar el ratón durante la luz azul, esta cambiará a amarilla, lo que será el fin del programa, dándole como recompensa la comida. A esto se refiere el programa en cadena cuando decimos que debe terminar una secuencia para que se dé un resultado.

4. *Programa de tándem.* En este programa el reforzador hace presencia una vez que haya acabado varios programas sucesivos, son muy semejantes al programa de cadena, pero con la diferencia de que en el primer proceso no se recibe un reforzador y por tanto no se distingue la terminación de un proceso del comienzo de otro nuevo.

5. *Programas cooperativos.* En este programa intervienen dos o más sujetos para que el reforzamiento se haga presente, por ejemplo, dos gatitos pueden tocar un juguete de ratón 10 veces cada uno cada vez que aparece en un IF, lo que como resultado dará 20 veces de atrapadas, solo entonces el reforzador aparecerá (que en este caso sería atún), pero si uno de ellos no cumplió con las atrapadas requere-

ridas en el tiempo indicado, no habrá reforzamiento, por ende, estos reforzamientos dependerán de que ambos cumplan con la conducta.

6. *Programas concurrentes.* Aquí se encuentran en disposición dos o más programas, pero solo un sujeto, que puede elegir cualquiera de los programas, es decir, si un gatito tiene un ratón azul y otro verde, y ambos ratones aparecen en RV de 15 a 30, el gatito puede escoger cualquiera de los dos e igualmente recibirá su reforzador.

Aplicaciones del condicionamiento instrumental u operante

Skinner señala que en el condicionamiento operante la conducta se verá modificada por el ambiente y viceversa, ya que el ambiente restringirá todo aquello que no ayude a la supervivencia del sujeto. Esto significa que en el aprendizaje instrumental el sujeto actuará sobre su entorno, haciendo cambios significativos que, a su vez, traerán más cambios y, por tanto, ambos se transformarán acoplándose el uno al otro.

El autocontrol

Se compone de varios métodos para no cometer una conducta indeseable: el distanciamiento, la restricción física, la distracción, la privación y la saciedad, informar sobre sus objetivos y la supervisión de la conducta. El autocontrol es definido como fuerza voluntad y disciplina.

Solución de problemas

Se refiere a que los sujetos resolverán sus problemas gracias al aprendizaje operante, ya que cada vez que se les presente un problema, estos buscarán la manera de solucionarlo, puesto que existe un reforzador que los alienta a hacerlo. Un ejemplo de ello es cuando se pone un ratón en una caja, tratará de salir de ahí arañando o mordiendo la caja hasta que se da cuenta que hay un botón que lo libera,

este acto se lo realiza repetidamente hasta que el ratón tarda menos tiempo en salir.

La creatividad

Se basa en reforzar cada nueva conducta que presente un organismo, para que este se vuelva creativo y desarrolle una técnica diferente, y de esta manera ser recompensado por ello. Por ejemplo, en una clase de pintura varios chicos realizan sus diseños, pero uno de ellos es más original, por lo que es alentado positivamente, sin embargo, los demás no reciben ninguna motivación por lo que tratarán de hacerlo mejor para recibir ese reforzador.

Indefensión aprendida y depresión

Seligman denominó “indefensión aprendida” a todo aquello que se educaba para que no reaccione ante otros estímulos, gracias a un castigo específico como la corriente, por ejemplo. Un gato que reciba corriente en su jaula buscará la manera de escapar, pero ante la imposibilidad reiterada de lograrlo, aprende a no intentar escapar y a aguantar pasivamente la descarga, al punto que incluso se puede abrir la jaula o ponerle comida para que responda de manera distinta, pero el gato solo se quedará ahí sin moverse. Por otro lado, Seligman indica que la indefensión aprendida ayuda a entender la depresión en las personas, puesto que este tipo de pacientes se caracterizan no solo por estar tristes, sino también porque dejan de realizar sus actividades cotidianas y optan por dormir más de lo común, es decir, entran en un estado pasivo en donde no reaccionan al entorno y no tienen ánimos ni siquiera de seguir adelante con sus vidas. Muy similar al gato mencionado anteriormente.

Ilusiones y alucinaciones

El aprendizaje operante no siempre se relaciona con las personas que se encuentran en centros psiquiátricos y puede ser de uti-

lidad como en el caso de un paciente esquizofrénico que presentaba alucinaciones auditivas donde expresaba que Dios le hablaba y le decía lo que estaba mal. Estos síntomas comenzaron a raíz de un evento en el cual el paciente le llamó la atención a su esposa porque quería que ella le ayudase con sus problemas económicos. La esposa hizo caso omiso al llamado de atención, y este evento gatilló las alucinaciones. Con el tiempo, la esposa se comenzó a preocupar por el estado mental de su esposo, pero prestaba poca atención a los problemas que él aquejaba; sin embargo, cuando ella empezó a darle validez a los problemas que tenía su esposo, éste empezó a mejorar claramente. Así, mientras exista un reforzador de la conducta, esta seguirá su curso. Sin embargo, el aprendizaje operante muchas veces falla en una persona con conducta psicopática, puesto que la misma se presenta con o sin reforzador. Según Layng *et al.* (2021), el objetivo del clínico es mejorar el ambiente alterado del paciente y sobre todo tratar de comprenderlo, pero desde un enfoque más científico.

Conducta autonociva

Muchos de los niños que padecen psicosis se autolesionan frecuentemente y de manera muy grave (rasguños, golpes en la cabeza, mordidas, etc.). Esto llevó al psicólogo clínico Ivar Loovas (Loovas y Simmons, 1969) a implementar el castigo como método para corregir la conducta autonociva. Aunque el castigo reducía el daño físico propio, no se veía muy aceptable un castigo con golpes, a pesar que no eran tan fuertes como los que se infligían ellos mismos. Por tanto, Barrish *et al.* (1969) realizaron investigaciones sobre el origen de la conducta autonociva y llegaron a la conclusión de que cuando un niño con trastorno se encuentra en un aula de clase y el maestro le exige alguna actividad que no puede realizar, la presión aumenta y por ello incrementa la tendencia a lesionarse a sí mismo.

Conceptos claves del condicionamiento operante o instrumental

Nivel operante básico (línea base)

La conducta operante es una respuesta voluntaria que tendrá una consecuencia específica de acuerdo al entorno. El nivel operante básico es la frecuencia de la conducta operante por la privación de un reforzamiento, por ejemplo: algunas personas leen siempre mientras que otras personas apenas leen por su propia iniciativa (Ormrod, 2005).

Conducta terminal

La conducta terminal establece la forma y frecuencia de la respuesta deseada al terminar el programa de reforzamiento planificado, por ejemplo: un alumno que está sentado más de 10 minutos seguidos lo hace casi acostado en su silla, el profesor que planifica modificar su conducta mediante reforzamiento debería explicar la conducta terminal (Ormrod, 2005).

Generalización de estímulo

Fenómeno por el cual las personas o animales aprenden a responder ante un estímulo y ponen en acción este aprendizaje frente a otro estímulo parecido (Dorr *et al.*, 2008).

La extinción

La velocidad para que se extinga una respuesta se subordina al tipo de programa de reforzamiento, razón por la cual las conductas reforzadas continuamente se extinguirán con mayor facilidad que las reforzadas intermitentemente y de estas las que utilizaron programas fijos se extinguirán más rápido que las que utilizaron un programa variable; por ejemplo: los estudiantes que levantan la mano en clase

y no son atendidos es probable que dejen de levantarla (Dorr *et al.*, 2008). En las etapas iniciales del proceso de extinción es probable que exista un incremento temporal en la variabilidad de las respuestas y en la conducta que se quiere extinguir llamado “estallido de la extinción” (Ormrod, 2005).

El castigo

Consecuencia que cuando se aplica de manera inmediata, luego de una respuesta, disminuirá la probabilidad que dicha respuesta vuelva a ocurrir. Para que el castigo sea verdadero deben existir dos características:

- Constancia, debido a que los castigos discontinuos prolongan la conducta no deseada.
- Contingencia temporal, ya que cuanto más pequeña sea la pausa de tiempo entre un comportamiento realizado y su castigo, más efectivo resultara este.

El castigo es menos deseable que el reforzamiento. No se aprende respuestas nuevas y aceptables utilizando el castigo, ya que no enseña lo que se debe hacer, sino solo lo que no se debe hacer, resultando de esto que aplicar un refuerzo negativo o retirar un refuerzo positivo es más efectivo que un castigo (Dorr *et al.*, 2008).

Conducta supersticiosa

Es cuando el sujeto asume que la respuesta y refuerzo se relacionan entre sí, aunque esto no sea demostrable en la realidad, por ejemplo: un alumno se coloca sus medias de la suerte antes de rendir un examen en el cual logra una buena calificación (Ormrod, 2005).

El modelado

Para poder reforzar a alguien por tener una respuesta específica, la persona debe realizar esa respuesta, pero en ciertas ocasiones el

nivel operante básico de la persona para esa respuesta es tan pequeño que no lo realiza de manera voluntaria. Frente a este problema Skinner crea un método llamado “modelado de aproximaciones sucesivas”. Este modelado es una manera de enseñar una conducta cuando el nivel operativo básico es insignificante o si la conducta terminal es distinta a la respuesta que muestra el sujeto. Primero, debe reforzarse la primera respuesta parecida a la deseada, luego, hay que continuar haciéndolo hasta que la realice frecuentemente; cuando se haya reforzado solo la conducta que se parece a la que queremos obtener, poco a poco, aparecerá de manera voluntaria la conducta deseada. Por ejemplo: a los niños de escuela les enseñan a escribir en cuadernos con renglones finos para a moldearlos a escribir en un espacio y poco a poco los renglones se van agrandando hasta que el alumno aprende a escribir dentro de las líneas del cuaderno (Ormrod, 2005).

El encadenamiento

El aprendizaje también puede ser obtenido gracias a una secuencia o cadena de respuestas mediante el modelado, por ejemplo: los estudiantes aprenden a recoger sus cuadernos, estar en silencio en su pupitre y formar una fila para salir al recreo, esto se aprende acción por acción y se denomina encadenamiento (Ormrod, 2005).

SEGUNDA PARTE

PSICOLOGÍA DE LA MEMORIA

Introducción a la psicología de la memoria

Sobre la naturaleza y función de la memoria

El funcionamiento del ser humano está, en su mayoría, sujeto a las experiencias personales de cada individuo. Estas experiencias permiten una regulación de la propia conducta que estará ligada a la capacidad de organizar la información almacenada del mundo exterior con el objetivo de direccionarla hacia una mejor adaptación al entorno y a las situaciones futuras. Es a través de estas experiencias que nosotros aprendemos, pero no podríamos aprender de ellas si no pudiésemos retenerlas en nuestro cerebro. Esta es justamente una de las funciones de la memoria, que es una pieza clave que subyace todo nuestro pensamiento y comportamiento (Baddeley, 1994; Tarpay, 1986). De hecho, la memoria constituye la persistencia de un aprendizaje al cual se puede acceder posteriormente (Anderson, 2000; Squire, 2009).

Podríamos definir memoria por su concepto ampliamente aceptado en la comunidad científica. Se entiende a *la memoria como un acto de registro inicial de información que, por medio de un mecanismo de almacenamiento necesario, permite la recuperación de dicha información*. En otras palabras, memoria es la capacidad que tienen los organismos para adquirir, almacenar y recuperar información (Tulving, 1987). Es así que existe un consenso de que la memoria se

rige bajo un proceso que debe llevarse a cabo de principio a fin (*codificación, almacenamiento, recuperación*) y si uno de estos pasos no se da, entonces, no puede concebirse como memoria. Sin embargo, esto no es nada nuevo. Ya antes del siglo XX, tanto el almacenamiento como la recuperación eran consideradas condiciones necesarias para que “algo” pueda ser catalogado como memoria. Von Feinaigle (1813) definía la memoria como aquella facultad mental que permite preservar, para futuras ocasiones, el conocimiento adquirido, y Edridge Green (1897) la conceptualizaba como el proceso por el cual el mundo exterior y las ideas son retenidas para su uso posterior.

No obstante, a través de los años, ha existido un gran debate entre los científicos y filósofos en torno a las condiciones que deben cumplirse para que pueda emplearse el término “memoria”. Varios de ellos consideran que la definición clásica es muy amplia, por ende, que envuelve también otros productos de la mente como las creencias, pensamientos o deseos. Así, sostienen que hay aspectos implícitos de la memoria que son clave para delimitarla. Primero, resaltan el hecho de que la memoria es un proceso que está circunscrito al pasado y tiene que estar conectado causalmente a las experiencias previas. Y segundo, refieren que no es suficiente con evocar un evento del pasado, sino que la memoria es la reexperiencia directa y consciente de ese evento. Por ejemplo, imaginemos que escuchamos una canción en la radio, podríamos identificar que ya la hemos escuchado antes en algún momento y es posible que hasta conozcamos aspectos de la misma (nombre, autor, etc.), sin embargo, esto no quiere decir que recordemos cuándo o dónde fue escuchada; por lo tanto, no se puede establecer una línea causal entre la representación almacenada y el acto presente. Además, simplemente se escucha la canción, pero no se la experimenta como una canción que ya se ha escuchado antes. Este análisis dejaría fuera no solo a la memoria no declarativa, sino también a la semántica, porque establecería que “conocer” o “saber” no es lo mismo que recordar y solo este último cumpliría con los requisitos para ser considerado memoria (Klein, 2015). Esto lo ampliaremos más adelante.

Lo importante, en este momento, es comprender que para analizar a profundidad la naturaleza y la función de la memoria, es necesario combinar su estudio en términos cognitivos con los desarrollos alcanzados desde la perspectiva de la neurociencia (neuropsicología, neuroanatomía, neurofisiología, ciencias de la computación, etc.), los cuales deben completarse, a su vez, con el conocimiento proporcionado por la biología evolutiva, la psicología comparada y la etología. Por ejemplo, gracias a las neurociencias conocemos que cuando la información se vuelve disponible para su utilización, el primer acto de registro inicial (*codificación*) cambia la estructura de las redes neuronales, generando nuevas conexiones que se establecerán a lo largo de toda la corteza cerebral (*almacenamiento*). Estos cambios, para que puedan clasificarse como memoria, deben estar causalmente conectados con alteraciones en la conducta del individuo que se dan como resultado de la *evocación* de la información previamente adquirida.

Desde la Antigüedad hasta el surgimiento de la psicología experimental

El estudio de la memoria tiene sus inicios en la antigua Grecia, donde comenzó siendo objeto de la filosofía, hasta que a finales del siglo XIX pasó a ser parte del interés científico y comenzaron los estudios experimentales. A continuación, se hará un recorrido histórico donde se podrán distinguir los diversos hitos relacionados con el estudio de la memoria:

- La primera referencia explícita a la naturaleza de la memoria en la antigua Grecia se encuentra en las obras de Sócrates, Platón y Aristóteles. Por los escritos de su discípulo Platón, sabemos que Sócrates comparaba la memoria con una *tabula rasa* (las *tabulas* eran los primitivos instrumentos de escritura utilizados por los escribas). Basándose en esta metáfora, Sócrates consideró que la naturaleza y duración de la memoria depende de la “dureza” y “calidad” de

la “cera” de la que está hecha la *tabula* de la memoria. Por su parte, Aristóteles enfatizaba el vínculo del aprendizaje y la memoria con la experiencia, considerándolos aspectos dependientes de procesos físico-corporales y, por tanto, no ligados a la razón o conocimiento universal.

- Durante la época romana, Cicerón, Plinio y Quintiliano otorgan una enorme importancia a la memoria en la vida cotidiana. Así, por ejemplo, Cicerón consideraba que la oratoria depende estrechamente de la memoria y del ordenamiento de las ideas. Tal ordenamiento se puede optimizar relacionando las ideas que se desea recordar con el sentido de la vista —el más desarrollado— y más concretamente, con imágenes visuales organizadas espacialmente (ejemplo: las diferentes estancias de la propia vivienda).
- Durante la Edad Media, el interés por la naturaleza humana y por aspectos como la memoria se supeditó a la idea de Dios, pues tales aspectos no serían más que manifestaciones suyas. Así, junto al entendimiento y la voluntad, san Agustín considera la memoria como una de las tres actividades centrales del alma. En su obra *Las confesiones*, este autor plantea que la información se puede retener de forma permanente y distingue entre la pérdida real de la información y los problemas para recuperarla debidos al paso del tiempo o a fallos en las estrategias de recuperación.
- Durante el Renacimiento, Descartes consideraba que la experiencia con los objetos deja “huellas” en el cerebro. El acceso a estas huellas dependería de la acción de la glándula pineal, dirigida por la mente y, por tanto, por ideas inmateriales innatas de origen divino. Contrariamente, los empiristas trataron de explicar todo el conocimiento complejo a partir de los efectos sensoriales simples que produce la experiencia con los estímulos externos. Para explicar cómo se adquiere este conocimiento, los empiristas recurrieron a la idea de asociación, que también serviría para explicar la naturaleza de la memoria, que entienden como revivir

asociaciones entre hechos experimentados, previamente relacionados con un hecho presente.

- Durante el siglo XVIII, la Escuela Escocesa y Kant atacan a la corriente empirista. Así, para Kant, la memoria se reduciría a la reproducción voluntaria de una presentación. En esta época también aumenta el interés por estudiar la mente humana, de acuerdo con los planteamientos materialistas y mecanicistas relacionados con la fisiología, destacando las aportaciones de Korsakoff y Ribot. Korsakoff describió el síndrome amnésico observado en los pacientes alcohólicos crónicos y Ribot distinguió, en función de su mayor o menor grado de generalidad, entre amnesias generales y parciales (selectivas), mientras que en función del tiempo describió casos de amnesias temporales, periódicas y progresivas. Ribot además observó que en este tipo de amnesias se perdía primero la última información adquirida, de forma similar a lo observado, posteriormente, en la enfermedad de Alzheimer.

Primeras aproximaciones científicas

- Ya en el siglo XX, Müller y Pilzecker propusieron que el aprendizaje requiere de un período crítico de actividad nerviosa para que se consolide (teoría de la consolidación).
- Binet y Henri, empleando palabras, frases y pasajes en prosa como material para estudiar la memoria, observaron efectos típicos como los relacionados con el número de elementos, la posición serial o la relevancia personal del material. Asimismo, hallaron que el recuerdo de elementos significativos de información es mucho mayor que el de elementos sin sentido, debido —según ambos autores— a la mayor conexión existente entre los elementos semánticos.
- En Europa destacan los trabajos de Hermann Ebbinghaus. Este autor se interesó especialmente por determinar el efecto del número de repeticiones en el aprendizaje (tasa

de aprendizaje) y el tiempo que permanece dicho aprendizaje (tasa de olvido). Entre sus principales resultados destacan lo que denominó “ley del ahorro” (el aprendizaje en una segunda ocasión mejora a medida que lo hace el aprendizaje inicial), los efectos diferenciales de la práctica distribuida y la práctica masiva, así como el descubrimiento de que el grado de desvanecimiento de la información aprendida es mayor poco después del aprendizaje que tras intervalos de retención mayores (“curva de olvido”).

- En EE. UU. destaca la labor de William James. Entre las principales aportaciones de este autor al estudio de la memoria destaca su distinción entre memoria primaria (llamada también inmediata o transitoria donde los contenidos son almacenados en la conciencia por un corto periodo de tiempo) y memoria secundaria (información permanente, de más larga duración pero que se encuentra menos accesible para la conciencia). Esta es la primera diferenciación entre lo que será llamado posteriormente “memoria a corto plazo” (MCP) y “memoria a largo plazo” (MLP), respectivamente.
- Durante el surgimiento del conductismo, la memoria se considera meramente como la retención a largo plazo de los resultados del aprendizaje, aspecto este que constituía el objeto de estudio fundamental para esta perspectiva.
- La perspectiva de Freud no hacía referencia explícita a la naturaleza de la memoria, sin embargo, el papel de esta era crucial para explicar la idea psicodinámica de que las experiencias sexuales tempranas están a la base de muchos problemas conductuales en la edad adulta. Asimismo, Freud diferenciaba entre la memoria inmediata (consciente) y la memoria permanente. Esta permanece de forma ilimitada en el tiempo, pero debido a mecanismos como la represión, podía llegar a no hacerse consciente (olvido), especialmente en el caso información emocionalmente negativa.

- Desde la perspectiva de la Gestalt, la memoria se considera como la huella neural resultante de la percepción.
- El surgimiento de la perspectiva cognitiva tiene una serie de precedentes. La más influyente de cara al desarrollo de los estudios sobre la memoria es la de Frederick Bartlett. Este autor se interesó por las condiciones y funciones del recuerdo en situaciones no artificiales, defendiendo el carácter reestructivo de la memoria a partir de la observación de que el recuerdo se adapta a los esquemas de conocimiento propios y relevantes para el individuo.
- Desde la perspectiva cognitiva, la memoria comenzó a considerarse como un conjunto de sistemas de almacenamiento y una serie de procesos relacionados entre sí, que operan sobre ellos. Esta nueva concepción generó la proliferación de estudios que intentaban conocer a profundidad los sistemas y procesos concernientes a esta, y que llevaron a nuevas metodologías de estudio y a un abordaje interdisciplinario.

Procesos de la memoria

La memoria consta de tres procesos secuenciales necesarios para la consolidación del conocimiento y el aprendizaje, ellos son: codificación, almacenamiento y recuperación. A continuación, se indagará en estos conceptos y se incluirá también al olvido, ya que varios autores lo consideran como un proceso más de la memoria, al permitir un desarrollo más efectivo de la misma.

La *codificación* es el proceso mediante el cual la información que ingresa a través de los sentidos en forma de estímulos es transformada en representaciones mentales. Esta información pasa por un proceso de análisis y discernimiento donde se selecciona lo relevante y aquello que no lo es, para luego ser interpretada de acuerdo al contexto otorgándole un sentido específico basado en la información previamente almacenada en el cerebro. Así mismo, la forma en

la cual es codificada esta información variará dependiendo también de las características del estímulo, pudiendo ser visual, acústica y semántica. Por ejemplo: en una conversación con una persona se emplea lenguaje verbal que requerirá del análisis de características fonológicas, mientras que las expresiones faciales y el lenguaje corporal constituyen información visual que precisa de la interpretación de la respectiva representación gráfica (Sohlberg y Mateer, 2001).

Según Tulving y Thompson (1973), el proceso de codificación e interpretación de la información es sumamente relevante porque influye directamente en el almacenamiento, estableciendo también las posibles claves necesarias para su posterior recuperación. Esto es corroborado por Craick y Lockhar (1972) quienes además aseguran que entre mayor sea la rigurosidad con la que se procesa una información, mayores serán las probabilidades de que sea recuperada con éxito. Es por ello que se debe resaltar la importancia de la utilización de varias herramientas para asegurarse un procesamiento profundo. Retomando el ejemplo anterior, si quisiésemos aumentar las probabilidades de que la información que se nos ha comunicado de manera verbal sea recuperada, se puede pueden analizar no solo las características fonológicas, sino también aquellas semánticas que dotarán de contexto y sentido a las palabras. Esto puede evidenciarse cuando olvidamos algo que nos han dicho previamente y le pedimos a la persona que nos mencione cuándo nos lo dijo o en qué lugar para ayudarnos a recordar.

Estudios funcionales de neurociencias sostienen que la codificación está mediada por estructuras diencefálicas como el tálamo dorso-lateral, y que la información relacionada al significado de palabras u objetos se encuentra en los clúster dentro de conexiones neuronales. Si existe alguna alteración en estas redes, entonces, la codificación puede verse gravemente afectada y no se podrá recuperar información porque no se producirá ningún aprendizaje.

Una vez que la información es codificada, esta se guarda en la memoria para cuando sea necesario su empleo. Este proceso se

llama *almacenamiento*. Esta información será organizada de acuerdo a esquemas que permiten juntar información que tenga conceptos y características similares, como si fuesen compartimientos que ayudarán a que la información pueda ser encontrada con mayor facilidad. Relacionado a esto, Tulving (1983) indica que, después de que la información sobre un evento ha sido codificada y almacenada, esta puede recodificarse cuando, *a posteriori*, ocurre un suceso similar o muy parecido; mientras que, si la información percibida es distinta, esta se integrará a las representaciones previamente almacenadas.

Según Sohlberg y Mateer (2001), las estructuras que permiten que la información sea guardada y perdure en el tiempo son el hipocampo y las áreas del lóbulo temporal medial. No obstante, la retención puede verse menoscabada por sucesos que produzcan una interferencia (este tema se ahondará en la sección sobre el olvido). Por ello es importante que el individuo desarrolle estrategias de consolidación de los recuerdos, siendo métodos eficaces para este propósito la repetición constante de la información, el sueño restaurador o el ejercicio físico, según lo demuestran los estudios. Un ejemplo de una tarea que permite identificar la capacidad de almacenamiento de la memoria es el famoso “test de recuerdo libre”.

Luego de que la información ha sido codificada y almacenada, se produce el proceso de búsqueda y evocación de la información donde el individuo accede a las huellas de la memoria y las activa para que se vuelvan conscientes nuevamente. Este proceso de *recuperación* puede ser voluntario, cuando la persona, por su propio deseo, busca la información necesaria en ese momento; o puede ser involuntario, si el recuerdo surge espontáneamente como consecuencia de algún gatillador normalmente de tinte emocional. Un ejemplo de recuperación voluntaria puede ser cuando intentamos recordar una información en un examen, y un ejemplo de recuperación involuntaria puede ser cuando algún amigo nos cuenta que lo asaltaron y automáticamente se nos vienen imágenes a la cabeza de cuando nos ocurrió un evento similar. Es así, que para que se produzca una evo-

cación, es necesaria la aparición de ciertas claves que faciliten la búsqueda de la información; como si fuesen llaves que permiten abrir las puertas indicadas donde se almacena la información que se precisa.

Solhberg y Mateer (2001) identifican el lóbulo frontal como la principal área del cerebro encargada de la recuperación de información, porque se involucra en procesos de planificación, organización y análisis de información. Además, lesiones en esta área provocan recuerdos distorsionados, confabulaciones y alteraciones de la memoria. Las tareas de reconocimiento permiten identificar la habilidad del sujeto para la evocación de información previamente almacenada.

De acuerdo con Anderson (2000), hay tres reflexiones importantes a tener en cuenta cuando se habla de recuperación. La *primera* es que una información puede ser recordada más fácilmente si se intentan también evocar elementos a los que ha sido asociada. Por ejemplo, cuando nos encontramos a una persona conocida pero no recordamos su nombre, intentamos recrear momentos en los que hayamos dicho o escuchado su nombre, o tal vez alguna experiencia que se haya tenido en conjunto pueda funcionar para recuperar esa información. Una *segunda* reflexión es que la memoria inferencial puede ser una herramienta muy útil para tratar de recordar una información. Por ejemplo, si olvidamos dónde hemos parqueado el carro en el centro comercial podemos intentar recrear el momento en el que llegamos, estuvimos buscando lugar, nos bajamos, por qué puerta entramos, etc. Finalmente, la *tercera* reflexión es que existe información a la cual la persona no puede acceder conscientemente, esto se llama memoria implícita. Se podría decir que es una memoria automática que se activa de manera involuntaria y que no es necesaria que sea recuperada para influir en nuestro comportamiento. Por ejemplo, una secretaria puede teclear 200 palabras por minuto, pero si le pides que te diga el orden en que están dispuestas todas las letras en el teclado podría tener dificultades. En la vida cotidiana esto se hace evidente en actividades como conducir un auto, cepillarse los dientes o andar en bicicleta.

Para finalizar este apartado se abordará el *olvido* que, como se mencionó anteriormente, constituye una parte fundamental del proceso de la memoria. Para esclarecer este punto es necesario recordar que los seres vivos recibimos una innumerable cantidad de estímulos todos los días, pero codificar y almacenar toda esa información en nuestro sistema sería imposible. Por eso es de crucial importancia eliminar todo aquello que sea irrelevante para mejorar la eficiencia de la memoria. En otras palabras, podríamos imaginarnos a nuestro cerebro como una especie de computadora que, cuando almacena mucha información, llega un momento en que se vuelve lenta y pesada. Es ahí cuando comenzamos a buscar qué archivos ya no nos son de utilidad para eliminarlos y que la computadora pueda volver a funcionar según su capacidad. En el caso de los seres humanos, luego de que la información ha sido codificada, nuestro cerebro hace este proceso de discernimiento de manera inconsciente y decide si esta información será almacenada y se mantendrá accesible o si será borrada del sistema.

En relación al olvido, existen tres principales hipótesis que explican sus causas. La *primera* es que la impresión de la huella dejada por una representación comienza a debilitarse hasta el punto de que se pierde la información consecuencia de su desuso. Por ende, la información no logra mantenerse el tiempo suficiente en el sistema para lograr pasar de la memoria de corto plazo a la memoria de largo plazo. Varios estudios de neurociencias apoyan esta noción basados en que las conexiones neuronales se van deteriorando con el tiempo (y más rápidamente cuando no son utilizadas con frecuencia) y esto puede contribuir a que poco a poco el recuerdo almacenado en ella se vaya perdiendo.

La *segunda* hipótesis plantea que el olvido se ve afectado por las cosas que hacemos antes o después de que se ha adquirido una información, es decir, las huellas mnémicas pueden verse perjudicadas por huellas previamente almacenadas o por nuevas huellas recientes. La interferencia provoca, entonces, que la información se diluya en-

tre otras que han dejado una impresión más profunda. McGeoch y McDonald (1931) evidenciaron que cuando la información tiene un grado de similitud muy estrecho, genera una mayor dificultad y afecta más la capacidad de retención de dicho material, además de tener una gran repercusión en el aprendizaje. Se han identificado *dos tipos de interferencias*. La primera es la interferencia proactiva, que se da cuando un aprendizaje previo dificulta la evocación de información más reciente. Esto explica por qué, cuando hemos aprendido a hacer alguna actividad de una manera determinada, nos cuesta cambiarla. Por ejemplo, un niño que se ha acostumbrado a coger el lápiz incorrectamente se olvidará constantemente de corregir ese hábito a menos que se le esté recordando con frecuencia cómo debe hacerlo. Y el segundo tipo de interferencia es la retroactiva, que se refiere a un aprendizaje reciente que afecta a una información que ha sido almacenada con anterioridad. Por ejemplo, cuando estudiamos para dos exámenes y después de estudiar la segunda materia ya no podemos recordar nada de lo estudiado de la primera.

Por último, la *tercera* hipótesis establece que el olvido no es el resultado de la pérdida o dilución de la huella mnémica, sino de la disminución o supresión de las claves de recuperación necesarias (Tulving y Thompson, 1973). Por lo tanto, la interferencia sí influye en la memoria, pero lo hace al borrar las claves de recuperación más no la huella como tal (Tulving y Pearlstone, 1966). Existen en la actualidad pruebas como el test de aprendizaje auditivo de Rey (RAVLT) (Rey, 1958) o el test de recuerdo libre y selectivamente facilitado (TRLSF) (Buschke, 1984), que utilizan la interferencia, tanto proactiva como retroactiva, para identificar cómo esta puede afectar el aprendizaje, la memoria auditivo-verbal, la MLP y la memoria de trabajo (MT).

Modelos cognitivos de la memoria

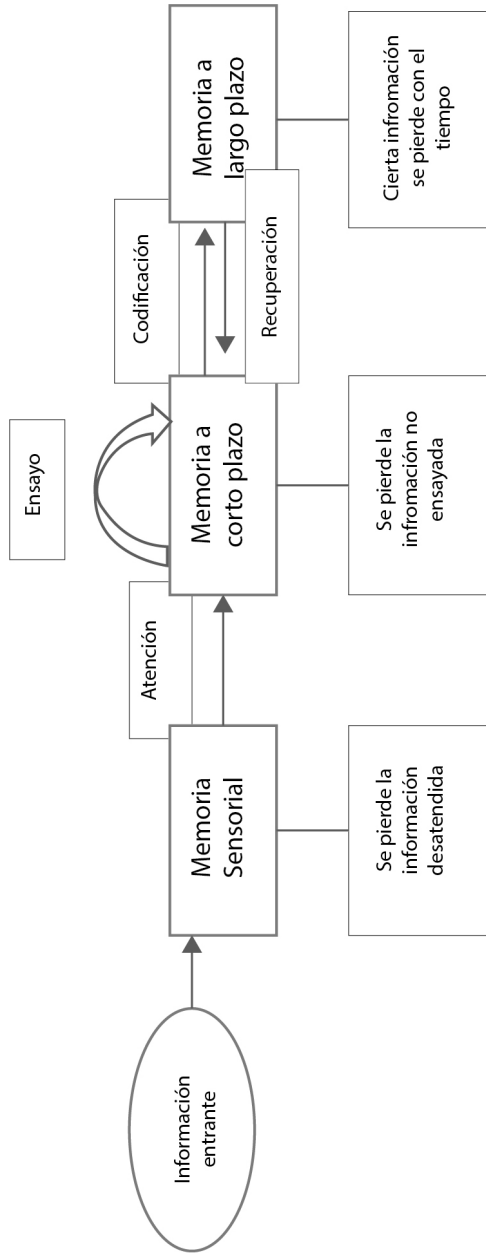
Una de las aportaciones más importantes de la perspectiva cognitiva ha sido la concepción de la memoria como un sistema no unitario, es decir, un sistema diferenciado en diversas estructuras

funcionales y un conjunto particular de operaciones de procesamiento de la información asociadas a dichas estructuras.

En general, la propuesta de que existen distintos sistemas de memoria, entendidos como un conjunto de estructuras neurocognitivas, comienza a tomar forma a mediados de la década de los 70. Estos modelos se apoyan en estudios que evidencian que pacientes con amnesia (pérdida de memoria) pueden padecer afectaciones en algunos tipos de memoria, pero otros pueden permanecer intactos. El más famoso de estos casos es el de Henry Molaison, conocido como el paciente HM, quien sufría de epilepsias y fue sometido a una cirugía para removerle porciones específicas del cerebro y así evitar futuras convulsiones. Una de las partes del cerebro extirpadas fue el hipocampo (área involucrada en la formación y almacenamiento de la memoria), lo que le representó no solamente una gran pérdida de memoria, sino que también se volvió incapaz de formar nuevos recuerdos. Lo interesante del caso fue que HM mantenía su inteligencia intacta, lo que le permitía manipular información en su cabeza por cortos periodos de tiempo. Es así que se demostró que la MCP funcionaba independientemente de la MLP.

Modelo multialmacén

Este modelo fue propuesto por Atkinson y Shiffrin (1968), y es uno de los más renombrados e influyentes (figura 15). En este modelo, que se ajusta a lo que Murdock (1967) denominó modelo modal, la representación de la información pasa por diferentes estadios temporales correspondientes a distintos sistemas de almacenamiento, cada uno de los cuales tiene sus propias actividades de procesamiento. Estos sistemas se constituyen, básicamente, de procesos que controlan que las representaciones de información se mantengan en la memoria y puedan acceder a sistemas de retención de mayor duración y diferente disponibilidad. Concretamente, según Atkinson y Shiffrin (1968), la memoria se estructura en tres almacenes:



Nota. Adaptado de Atkinson y Shiffrin, 1968, p. 93.

Figura 15
Modelo multialmacén

- *Memoria sensorial (memoria inmediata)*: en primer lugar, la información se codifica como una copia literal del estímulo sensorial. Esta representación de la información tiene una duración muy breve (de unas centésimas de segundo), perdiéndose fundamentalmente por decaimiento o por desplazamiento (sustitución por representaciones de otros elementos de información) cuando esta no es de interés alguno para el individuo, permitiendo el ingreso de nueva información. Este almacén de registro sensorial tiene una capacidad ilimitada y, en términos generales, tiene como función preservar los efectos de la información y estimular el tiempo suficiente para que algunas de sus características más importantes puedan ser procesadas adecuadamente y, por tanto, transferidas al resto del sistema de memoria. En este caso, la atención funciona como un filtro que permite seleccionar aquella información relevante (Varela *et al.*, 2005).
- *Memoria a corto plazo (MCP)*: las representaciones contenidas en este sistema provienen de la memoria sensorial y, a pesar de que permanecen por más tiempo, dejan de estar disponibles después de 15-30 segundos. Es decir que, a diferencia de la memoria sensorial, esta memoria es limitada tanto en su capacidad como en duración de la información, pudiendo ser fácilmente alterada por cualquier tipo de interferencia (Sandi *et al.*, 2001). La MCP cumple una función más activa y dinámica que solo almacenar información, pues interpreta y organiza las representaciones accesibles de forma consciente y las emplea para realizar las distintas actividades dirigidas a responder las demandas del ambiente. Si se llevan a cabo ejercicios de repetición, las representaciones de información podrán ser mantenidas indefinidamente y podrán acceder al siguiente nivel del sistema, la MLP, de lo contrario, se extinguirán.
- *Memoria a largo plazo (MLP)*: el tiempo que perdura la información en este almacén puede variar ampliamente desde unos pocos minutos hasta toda la vida. A pesar de que su ca-

pacidad de almacenamiento y duración ilimitada favorecen la disponibilidad de la información, su principal limitación se encuentra en la accesibilidad ya que las representaciones pueden guardarse de manera consciente como inconsciente; y también son sensibles a interferencias y ausencias de claves que dificultan la recuperación (Sandi *et al.*, 2001). Este sistema de memoria, por lo tanto, retiene la información que empleamos a lo largo de nuestra vida como experiencias (memoria episódica), habilidades y destrezas (memoria procedimental), y conocimientos generales del mundo (memoria semántica).

Modelo de los niveles de procesamiento

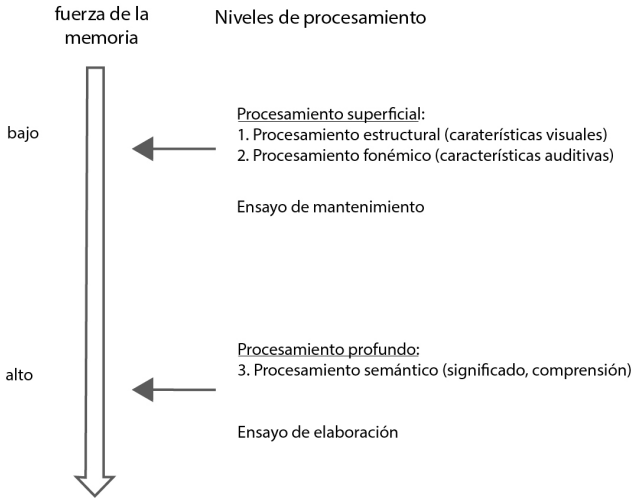
A pesar de que varios aspectos del modelo multialmacén aún se conservan, este tiene varias limitaciones, que fueron abordadas por modelos posteriores. Entre ellos, el modelo de los niveles de procesamiento de Craik y Lockhart (1972) tomó una de las principales problemáticas del modelo multialmacén: los factores que pueden influir en el procesamiento de la memoria. Para ellos, la información puede ser codificada en distintos niveles. Esto dependerá de qué tan significativa es esta información para el individuo y de cómo se logra integrar y asociar al conocimiento preexistente. La comprensión de los nuevos conceptos y su utilidad serán entonces factores que permitirán que la información sea procesada de manera más profunda y esto promoverá que pase a la memoria de largo plazo y perdure más en el tiempo. Por ende, para Craik y Lockhart, la memoria es el resultado de este procesamiento de información. Hay entonces dos niveles: el procesamiento superficial y el procesamiento profundo (figura 16).

- *Procesamiento superficial*: involucra el procesamiento sensorial y perceptual, y se divide en dos tipos. El primero es estructural, que codifica solo las cualidades físicas que percibimos como el tamaño, la forma o el color (por ejemplo: cómo se ven las letras). El segundo es el fonémico, que co-

difica los sonidos (por ejemplo: cómo suenan las letras). Este tipo de información por lo general se mantiene en la MCP durante un tiempo indefinido cuando se realizan ensayos de mantenimiento que se basan en la repetición.

- *Procesamiento profundo*: involucra el procesamiento de la información semántica que está relacionado análisis y comprensión de la información de acuerdo a su significado dentro de un contexto determinado y su relación con otros conocimientos (por ejemplo: el significado de una palabra). Para que este tipo de información pueda ser transferida a la MLP, se debe llevar a cabo ensayos de elaboración que requieren de un análisis exhaustivo de información en la cual se implican representaciones almacenadas con anterioridad para relacionarlos y así facilitar su recuperación.

Para Craik y Lockhart (1972), entre más profundo sea el nivel de procesamiento, mayor será la probabilidad de que la información sea retenida por largo tiempo. Para ilustrar esto tomemos en cuenta una lista con 60 palabras. Se nos harán preguntas que buscarán que procesemos las palabras de manera superficial o profunda. Por ejemplo: visual (¿la palabra comenzaba con mayúscula o minúscula?), auditiva (¿la palabra rima con...?) o semántica (¿la palabra podría entrar en esta oración?). Una vez que se hayan presentado todas las palabras, se nos presentará una lista con 180 palabras y tendremos que recordar las palabras originales, ¿qué palabras recuperaremos con mayor facilidad? Si alguien piensa que las procesadas de manera semántica, entonces, está en lo correcto. De hecho, este es un estudio que realizaron Craik y Tulving (1975), donde demostraron exactamente eso, que las palabras procesadas de manera semántica eran evocadas con mayor facilidad.

Figura 16*Modelo de niveles de procesamiento**Nota.* Adaptado de Craik y Lockhart, 1972.

Modelo SPI (serial-paralelo-independiente)

A pesar de que los dos modelos anteriores permitieron comprender las estructuras y procesos de la memoria, cada uno de ellos abordó las temáticas de manera independiente. Además, ninguno de ellos incluyó un aspecto clave: los comportamientos automáticos e intuitivos que están ligados a los procesos mnémicos. Para ello, el modelo SPI de Tulving (1995) propone una aproximación holística de interacción entre los distintos sistemas de la memoria cognitiva, donde se establece una diferenciación en la formación de la memoria en distintos niveles y se introducen nuevos conceptos como memoria episódica, semántica y procedimental (figura 17). Para Tulving existen dos sistemas principales:

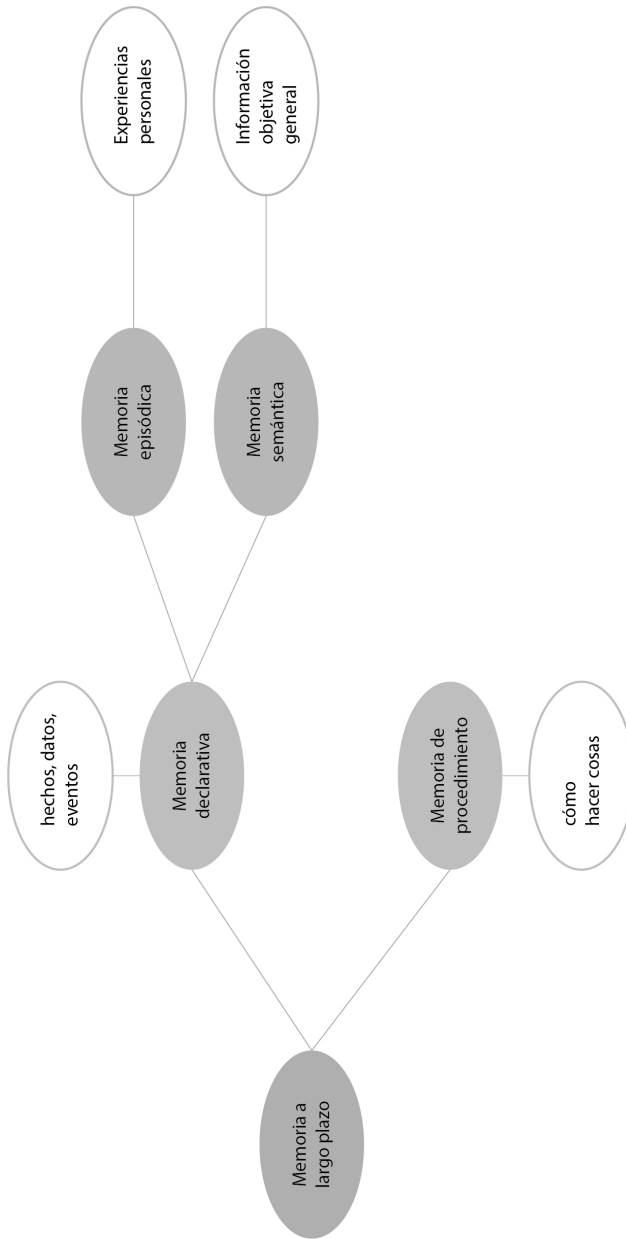
- *Sistema de las representaciones cognitivas:* incluye todos los aspectos relacionados al contenido de la memoria, desde

el procesamiento sensorial hasta la manipulación de la información. Por lo tanto, las experiencias, conocimientos, pensamientos, rostros, objetos, etc. Forman parte de este sistema.

- *Sistema de acción*: incluye aspectos de la memoria implicados en el aprendizaje de procesos. Por lo tanto, la capacidad para manejar un auto, andar en bicicleta, nadar, o realizar una coreografía de baile forman parte de este sistema.

A su vez, estos dos sistemas tienen distintos niveles de formación de la memoria, que dependen del nivel anterior para que sus procesos puedan llevarse a cabo. Mientras que el sistema de acción quedó reducido a lo que llamó Tulving la *memoria procedimental* (aprendizaje de procesos), el sistema cognitivo incluye cuatro sub-niveles: el sistema de las *representaciones perceptuales*, la *memoria semántica*, la *memoria de trabajo* y la *memoria episódica* (en ese orden de complejidad). Así, para que puedan formarse recuerdos sobre experiencias personales que son del dominio de la memoria episódica, primero es necesario que se haya codificado correctamente la información de ciertos aspectos del mundo y de la realidad, que son parte de la memoria semántica. Y para que se haya codificado la información sobre el mundo, primero deben haberse codificado representaciones perceptuales de los objetos, letras o números. Por otro lado, mientras que el resultado de la evocación de información en la memoria episódica constituye un recuerdo, en la memoria semántica es un conocimiento. Es a partir de este planteamiento, que el modelo adquiere su nombre: el registro de la información se realiza de forma serial, el almacenamiento se lleva a cabo de manera paralela y la recuperación es independiente.

Figura 17
Modelo SPI



Nota. Adaptado de Tulving, 1995.

Varias de las propuestas de este modelo han sido corroboradas por estudios de pacientes con amnesia global. Por ejemplo, los pacientes con este tipo de afectación presentan imposibilidad de recordar experiencias de su vida, pero el conocimiento de las cosas, previamente adquirido, se mantiene. Esto es una evidencia de lo que planteaba Tulving sobre el almacenamiento paralelo como un criterio de diferenciación entre los sistemas. A pesar de esto, esta perspectiva contiene varias limitaciones, por ejemplo, estudios de pacientes con demencia fronto-temporal han demostrado que los conocimientos sobre las palabras y el lenguaje pueden perderse mientras que los recuerdos pueden permanecer intactos. Esto es relevante porque se contrapone totalmente con el modelo SPI, ya que en él, la única vía posible para la formación de la memoria episódica es por medio de la memoria semántica (Deyn *et al.*, 2003).

Los procedimientos experimentales para estudiar la memoria

Con el pasar de los años, numerosos autores han defendido que el origen, la razón y la utilidad de nuestras capacidades para adquirir, mantener y recuperar diversos tipos de información están íntimamente relacionadas con la enorme diversidad de las demandas que impone un ambiente notablemente cambiante, que requiere que el comportamiento sea lo suficientemente flexible. Esta flexibilidad también es responsable de que la capacidad para retener y recuperar el conjunto de conocimientos adquiridos sobre el entorno, se ponga de manifiesto de muy complejas y diversas formas. Esta es la razón de que, para poder estudiar adecuadamente la memoria, se requieran procedimientos experimentales muy diversos.

El inicio del método científico-experimental: método C-V-C

Herman Ebbinghaus fue un fisiólogo y psicólogo alemán que empleó por primera vez el método científico-experimental a finales

del siglo XIX para ahondar en el estudio de la memoria y defender su visión asociacionista, donde la memoria constituía un proceso pasivo que emite copias exactas de la realidad que son almacenadas gracias al aprendizaje recurrente. Así, la memoria incluye conceptos como aprendizaje, asociación, almacenamiento y recuperación.

Ebbinghaus utilizó el método C-V-C, que incluía una combinación de una consonante, una vocal y otra consonante (de ahí el nombre) para medir el proceso de la memoria. Sus estudios consistían en que individuos aprendieran una lista de combinaciones de letras y descubrir cómo este aprendizaje era afectado por factores como el tiempo o la inexperiencia. Entre sus hallazgos se encuentran las curvas de la tasa de aprendizaje —que es fuertemente influenciada por el tiempo que se le dedique al mismo y que tiende a ser lineal— y de la tasa de olvido —que es un proceso no lineal que ocurre con mayor rapidez en las primeras horas después de haberse producido el aprendizaje y luego tiende a ser más lento hasta su olvido total—. También se le atribuye el concepto “traza de memoria”, que es la huella representativa que deja un estímulo al ser almacenado en la memoria y que, entre mayor sea el impacto de esta huella en el individuo, mayor será la facilidad con que sea recuperada.

Durante sus estudios, Ebbinghaus también pudo evidenciar la “ley del ahorro”, donde el aprendizaje inicial favorecía la capacidad de almacenamiento y reaprendizaje de la información (familiaridad de contenidos). Además, demostró que la información presentada al inicio y al final tiende a ser aprendida con mayor rapidez (efectos de primacía y recencia, respectivamente), y que factores como una mayor cantidad de estímulos y un aprendizaje no espaciado tienden a reducir la capacidad de retención. Sin embargo, a pesar de sus hallazgos, Ebbinghaus ha sido frecuentemente criticado por la escasa validez ecológica de su método.

Primeros métodos experimentales cognitivistas: reproducción repetida y reproducción serial

A principios del siglo XX emerge la figura de Frederick Bartlett, con una visión cognitivista (o construccionista), donde introduce la idea de que la memoria procesa información a través de las experiencias previas e información ya almacenada, y no es una simple copiadora de la realidad. Por tanto, la memoria constituía un proceso activo en forma de esquema que se iba construyendo con el pasar del tiempo y que buscaba dar un sentido a la sucesión de eventos que acontecían en la vida del individuo. Así, el sujeto estaba obligado a reinterpretar su realidad acorde a un conjunto de conocimientos previamente establecidos. Bartlett criticó fuertemente a Ebbinghaus por su visión reduccionista de la memoria y las limitaciones que imponía su método C-V-C, ya que obligaba al individuo a tener que memorizar solamente a través de la repetición y no le permitía establecer estrategias de aprendizaje basada en sus experiencias y conocimientos previos.

Los métodos utilizados por Bartlett para medir la memoria fueron la *reproducción repetida* y la *reproducción serial*. La primera consistía en que el individuo debía leer una historia y luego contarla a otra persona; mientras que en la segunda, la historia era contada al sujeto y luego este debía contársela a otro, y así sucesivamente, hasta que se llegue al número de participantes planificados por el investigador. A pesar de que Bartlett fue criticado por la dificultad que implicaba replicar sus estudios, esta metodología permitió identificar varias características comunes cuando los individuos intentaban reproducir las dos formas de relato:

- *Omisiones*: supresión de aspectos considerados incongruentes por el individuo.
- *Racionalización*: inserción de material novedoso con la intención de dar sentido a aquellos aspectos que no encajan dentro de las expectativas.

- *Detalle dominante*: se escogen elementos salientes como pilares para el relato de la historia.
- *Transformación de detalles*: intercambio de palabras o nombres por aquellos más comunes para el sujeto.
- *Cambio de orden*: la temporalidad del relato se ve alterada.
- *Reducción progresiva*: la reproducción del relato es cada vez más corta y concreta.
- *Tendencia a la coherencia*: se busca hacer al relato más congruente con las expectativas del sujeto.

Métodos de investigación experimental en la actualidad

La mayor parte de los procedimientos para estudiar la memoria que aún se utilizan, surgen durante las décadas de los 60 y 70 del siglo pasado. En general, se diferencian en función de las características de la situación de aprendizaje o codificación de la información presentada, así como por el modo de recuperar la información cuando esta se necesita. Más concretamente:

- *Aprendizaje intencional*: es cuando el individuo intenta voluntaria y conscientemente aprender y retener un conjunto determinado de elementos de información, ya sea por interés propio (en condiciones naturales) o porque las instrucciones ofrecidas dirigen explícitamente su atención e intención consciente hacia tales elementos de información (en laboratorio).
- *Aprendizaje incidental*: cuando el individuo no realiza ningún tipo de actividad explícitamente dirigida a retener la información presentada.

La diferenciación de los procedimientos de estudio de la memoria en función de estos aspectos, también se ha vinculado con una distinción terminológica íntimamente asociada al momento de la recuperación de la información. Más concretamente:

- Se habla de *memoria explícita* cuando existe un esfuerzo e intención voluntaria de acceder a información previamente experimentada).
- Alternativamente, la *memoria implícita* haría referencia a aquellas situaciones en que la recuperación de la información no es consciente y tiene lugar sin que el individuo lo pretenda.

Normalmente, los procedimientos de laboratorio usados para evaluar la memoria implican una serie de fases. Así, tras un determinado intervalo temporal, se pide al individuo que recupere intencionalmente la información presentada con anterioridad (*prueba directa de memoria*). Sin embargo, como acabamos de indicar, la información también se puede adquirir y recuperar de forma indirecta. Así, en condiciones de aprendizaje incidental, la demostración de que se ha retenido información se suele poner de manifiesto porque esta influye en la eficacia con que el participante realiza, posteriormente, una tarea que requiere de información relacionada con la experimentada anteriormente (*prueba indirecta de memoria*).

Pruebas de memoria directa

Este tipo de pruebas requieren la recuperación de información ubicada de manera precisa en el tiempo, capacidad que se ha venido asociando con el concepto de memoria episódica, referente a aspectos de la recuperación de información distintos de aquellos que nos permiten acceder a nuestro conocimiento permanente, general y descontextualizado sobre el mundo (memoria semántica). En general, las pruebas de memoria directas más empleadas son las siguientes:

1. *Recuerdo libre*. La mayoría de los autores admiten que las pruebas de recuerdo implican el acceso tanto a un elemento o elementos particular/es de información como al contexto en que este/estos tuvieron lugar (origen). En las

pruebas de recuerdo libre se suelen controlar y/o manipular tres tipos de parámetros fundamentales:

- Las características del material presentado (número de elementos, frecuencia, grado de concreción, categoría, velocidad de presentación, modalidad...).
- El intervalo de retención (de mayor o menos magnitud y/o con inclusión o no de tareas que eviten el repaso...).
- Las características de la prueba de recuperación de la información (tiempo limitado versus ilimitado, modo de expresión —oral versus escrita...—).

2. *Recuerdo serial*. En este caso, la tarea consiste en recuperar la información en el mismo orden en que se presentó. Una variante de este procedimiento está a la base de la medida de amplitud de memoria inmediata, que especifica el número máximo de elementos que se pueden recordar serialmente de forma correcta. Asimismo, cuando se presentan pares de palabras, este procedimiento se conoce como método de pares asociados. Este procedimiento se empleó profusamente para estudiar los distintos tipos de interferencia a la hora de recuperar la información. En este sentido, se diferencian dos tipos de interferencia:

- Proactiva: la información adquirida en el momento 1 perjudica la recuperación de información presentada en el momento 2 (“1” tiene lugar en el tiempo antes que “2”).
- Retroactiva: la información adquirida en el momento 2 perjudica la recuperación de información presentada en el momento 1 (“1” tiene lugar en el tiempo antes que “2”).

3. *Recuerdo con claves*. En este caso se ofrecen al individuo diferente tipo de elementos que le sirvan de “pistas” o “claves” relacionadas con la información presentada anteriormente para que pueda recuperarla. Entre los principales tipos de pistas o señales destacan la primera letra o sílaba de la palabra, una categoría gramatical, etc. Es importante señalar

que en este tipo de procedimiento se indica explícitamente al individuo la relación existente entre las pistas ofrecidas y la información presentada previamente y que debe tratar de recordar. Esta matización es importante porque en la gran mayoría de las pruebas indirectas de memoria también se proporcionan al participante elementos de información similares a las “claves” relacionadas con la información estudiada previamente y de naturaleza similar a las empleadas en el caso de las pruebas directas. Sin embargo, cuando se trata de pruebas indirectas, no se le informa de que exista relación entre esos elementos de información (las claves) y los elementos que debe recuperar. Además, y esto es fundamental, no se le pide que use estos elementos de información como pistas de recuperación.

4. *Reconocimiento.* A diferencia de lo que ocurre con el recuerdo, las pruebas de reconocimiento no implican necesariamente la recuperación del contexto de adquisición de la información. Así, el reconocimiento es posible sobre la única base de la familiaridad: la tarea consiste en diferenciar la información previamente estudiada de la “nueva”. La evaluación del reconocimiento se puede basar en la precisión (proporción de respuestas correctas —aciertos y rechazos correctos— e incorrectas —falsas alarmas y errores—), en la latencia (tiempo empleado en estimar si el elemento es o no un “distractor”) o en la seguridad y/o confianza, evaluada mediante escalas ordinales referidas a tal aspecto.

Pruebas de memoria indirecta

En este tipo de procedimientos se evalúa el grado en que el individuo ha adquirido información sin intención de hacerlo (aprendizaje implícito). Para ello, el participante realiza, con la información presentada, una tarea de orientación que centra su atención en un determinado aspecto de aquella información (su aspecto perceptivo, su significado, la categoría gramatical a la que pertenece cada uno de

los elementos...). En general, la adquisición implícita de información se pone en manifiesto (de forma indirecta) por aspectos como los siguientes:

- Efectos de *priming* (descensos en el tiempo de respuesta, aumento de la precisión de respuesta).
- Cambios en las reacciones emocionales producidas por el estímulo o en el modo en que se evalúa.
- Cambios en la actividad fisiológica que origina.
- Evaluación de la destreza de la habilidad para realizar una tarea.

En cualquier caso, en todas estas situaciones, el individuo no es consciente de que está recuperando información presentada anteriormente ni de que ha adquirido (de forma involuntaria) información. Algunos ejemplos de pruebas indirectas de memoria son:

- La prueba de completar fragmentos.
- La prueba de completar palabras.
- Tareas de decisión léxica.
- Identificar en términos perceptivos palabras, caras, dibujos fragmentados, etc.

Memorias sensoriales y memoria a corto plazo

Memorias sensoriales

En todo momento estamos recibiendo una enorme cantidad de estimulación visual. Sin embargo, solo una parte de la misma puede ser detectada conscientemente en un determinado momento. Por ello, con objeto de “aprovechar” la mayor cantidad de información posible del entorno, los efectos de los estímulos perduran brevemente una vez que han desaparecido.

El estudio de los efectos sensoriales de la estimulación visual está muy relacionado con el interés por determinar la cantidad de información que se puede captar en un único instante. Este interés tiene una larga historia. Así, en 1859 sir W. Hamilton realizó un experimento en el que arrojaba un número variable de canicas e intentaba estimar su número. Hamilton halló que “si arrojas un puñado de canicas al suelo, encontrarás difícil ver de golpe más de seis, o siete a lo sumo, sin confusión. Por su parte, Jevons (1871) realizó un estudio en el que lanzaba una cantidad variable de judías negras (entre 3 y 15) sobre una caja de papel y estimaba su número tan pronto estas dejaban de moverse. Jevons halló que siempre determinaba correctamente la cantidad de elementos cuando su número era igual o inferior a cinco. Sin embargo, cuando el número aumentaba, también lo hacían los errores. Así, a partir de nueve elementos, la estimación era errónea en más del 50 % de las ocasiones.

Memoria sensorial visual

La técnica de informe parcial y el concepto de memoria icónica

Los primeros estudios de laboratorio acerca del modo en que el sistema visual capta la información presentada los realizaron Sperling (1960, 1963) y Averbach y Coriell (1961). Sperling presentaba a los participantes en su experimento matrices de letras con tres filas de cuatro letras cada una, durante 50 milisegundos (figura 18) y les pedía que nombraran el mayor número posible de ellas (condición de informe total). En esta condición, Sperling observó que los participantes nombraban entre 4 y 5 letras. Sin embargo, la mayoría afirmaban haber visto más letras de las que eran capaces de nombrar. Sperling pensó que ello podía deberse a que la información presentada “desaparecía” cuando llegaba el momento de nombrarla. Por ello, razonó que si se reduciese el número de elementos que habían de ser nombrados (condición de informe parcial), tal discrepancia debería desaparecer.

Figura 18

Ejemplo de la matriz en el experimento de Sperling

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| C | H | L | J |
| K | F | M | B |
| A | Z | T | F |

Para evaluar esta hipótesis, Sperling presentó una señal (un sonido de distinta frecuencia) tras la aparición de la matriz de letras. Esta señal podía aparecer entre 0,1 segundos antes de la matriz de letras y 1 segundo después de su desaparición. Previamente, se decía al participante que debía informar de la fila superior, media o infe-

rior respectivamente en función de la frecuencia (alta, media o baja) del sonido presentado en cada ensayo. Sperling presentó cada sonido al azar y el mismo número de veces, lo cual le permitía estimar la cantidad total de información vista por cada participante multiplicando el número de letras nombradas de cada fila por el número total de filas. De acuerdo con esta lógica y a partir de los resultados obtenidos, Sperling (1960) planteó que cuando el tono aparecía inmediatamente antes o después de la matriz de letras, los individuos podían ver, por término medio, unas 9 letras, ya que eran capaces de nombrar aproximadamente 3 letras de la fila señalada por el tono. Este número se redujo a 6 cuando el tono se presentaba 0,3 segundos tras la matriz de letras y a 4,5 letras con un intervalo de 1 segundo.

Estos resultados son acordes con los obtenidos por Averbach y Coriell (1961), empleando otra metodología. Estos autores presentaban brevemente tarjetas con 18 letras y una barra (señal) encima o debajo de una letra durante 50 milisegundos para indicar al participante el elemento que debían nombrar (la demora entre la presentación de las letras y la señal oscilaba entre los 0 y los 500 milisegundos). Los autores hallaron que cuando esta demora era inferior a 300 milisegundos, el rendimiento de los participantes era mejor que en condiciones de informe total.

Según Sperling (1960), este conjunto de resultados pone de manifiesto la existencia de una huella de memoria o *icón*, como la llamó Neisser (1967), que podía ser “leída” por los individuos mientras permanece. Si el número de elementos que se deben nombrar es pequeño (informe parcial), la tarea se realiza correctamente. Sin embargo, si este número aumenta (informe total) o si aumenta el tiempo transcurrido hasta que se presenta la señal para el informe parcial, la ejecución empeora porque, mientras el individuo nombra los elementos requeridos, la “calidad” de la huella se va deteriorando de forma rápida y progresiva, hasta aproximadamente los 250 milisegundos, impidiendo que los elementos se puedan nombrar aproximadamente 500 milisegundos después de su presentación.

Estudio del curso temporal de la memoria sensorial visual

La técnica del enmascaramiento retroactivo ha sido el método más utilizado para evaluar la persistencia temporal de los estímulos visuales. Empleando este método, Averbach y Coriell (1961) realizaron un experimento muy parecido al descrito anteriormente, en el que sustituyeron la barra señalizadora por un círculo que rodeaba a la única letra presentada en cada ensayo y que pretendía enmascararla de forma retroactiva. En esta situación, encontraron que el círculo enmascaraba a la letra cuando se presentaba entre 100 y 300 milisegundos después. Sin embargo, tal efecto desaparecía cuando el intervalo entre ambos estímulos superaba los 300 milisegundos.

Por su parte, Tulving y Thomson (1973) estudiaron el curso temporal de la huella icónica mediante los dos tipos más usuales de estímulos “máscara” empleados en el estudio de los procesos psicológicos básicos: las máscaras de brillo y las máscaras de patrón. Las *máscaras de brillo* consisten en destellos luminosos ocurridos en el mismo lugar de presentación del estímulo a enmascarar. Entre las principales características de estas máscaras es que su efecto “enmascarador” es directamente proporcional a su intensidad e inversamente proporcional a la separación entre ambos estímulos-máscara y objetivo. Las *máscaras de patrón*, en cambio, son estímulos de naturaleza similar al estímulo a enmascarar (por ejemplo, trazos de letras para enmascarar una palabra; un *collage* para enmascarar una fotografía...). Los efectos de una máscara de patrón se deben a que esta interrumpe el procesamiento del estímulo objetivo. Por ello, este tipo de enmascaramiento depende primordialmente del intervalo entre el estímulo objetivo y la máscara, y se produce independientemente de que ambos se presenten o no en el mismo ojo —en el caso de la modalidad visual— lo cual sugiere que dicho enmascaramiento es tardío, es decir, tiene lugar cuando la información es de carácter binocular.

De acuerdo con las propiedades de las diferentes máscaras empleadas, Turvey (1973) obtuvo resultados que le llevaron a concluir que el procesamiento visual que tiene lugar tras la desaparición del estímulo tiene lugar en varias fases. Más concretamente, el hecho de que las máscaras de brillo solo sean efectivas si se presentan en el mismo ojo en que se presentó el estímulo objetivo, sugiere que hay un primer nivel de retención visual que tiene lugar a nivel retiniano. Esta primera fase de procesamiento, se correspondería con la memoria icónica descrita por Sperling y consistiría en una especie de réplica física del estímulo visual presentado. Por su parte, el hallazgo de que los efectos de las máscaras de patrón dependen del intervalo entre el estímulo objetivo y la máscara, y que estos efectos se produzcan independientemente de que se presenten en el mismo ojo, sugiere la existencia de una segunda fase de procesamiento de carácter tardío (cuando la información es binocular).

*Naturaleza pre o post categorial
de la memoria sensorial visual y validez ecológica*

De acuerdo con los resultados de los anteriores estudios, la “huella” sensorial guarda un estrecho paralelismo físico con el estímulo presentado, es decir, ambos se corresponden casi exactamente. Por ello, es posible realizar con éxito el informe parcial de un conjunto de estímulos basándose en algún aspecto físico de la configuración que estos adoptan (ejemplo: color, forma, tamaño...). Sin embargo, el informe parcial no es eficaz si se basa en aspectos no físicos, como el significado (ejemplo: números vs. letras), lo cual sugiere que la información icónica es precategorial. Es decir, la información icónica no está identificada en términos de su significado, sino que este proceso tendría lugar después.

Por otra parte, y a pesar de la aparente rotundidad de los resultados que apoyan la existencia de un registro temporal de la información visual, diversos autores discrepan de su existencia y/o de su utilidad. Así, Haber (1983) planteó que un almacén icónico

solo sería útil en condiciones artificiales de laboratorio, donde se presentan muy brevemente estímulos simples. Según este autor, en condiciones normales, la huella formada en una fijación visual sería eliminada rápidamente por la correspondiente a la siguiente fijación ocular. Estas críticas serían pertinentes si la huella icónica se crease al acabar el estímulo visual, sin embargo, esta huella realmente se crea en el mismo momento en que se presenta el estímulo. Asimismo, nuestro ambiente visual se encuentra en continuo cambio. De hecho, la memoria icónica tiene una importancia fundamental en la exploración visual, notablemente relacionada con la dinámica de los movimientos sacádicos. Tanto es así, que el procesamiento visual parece depender directamente de la persistencia de la información codificada en cada fijación, ya que no hay procesamiento mientras tiene lugar el movimiento sacádico (supresión sacádica).

Memoria sensorial auditiva

Como en el caso de la modalidad visual, numerosos trabajos indican la existencia de sistemas de almacenamiento sensorial auditivo con distinta extensión temporal. Uno es la memoria ecoica o memoria auditiva preperceptiva, que hace referencia a los efectos sensoriales con una duración de milisegundos. El otro es la memoria auditiva a corto plazo que se extiende durante varios segundos (entre cinco y diez).

Memoria ecoica

La mayoría de los estudios interesados en determinar la duración del almacén icónico se han basado en la técnica de enmascaramiento. Efron (1970) presentó una serie de sonidos breves a los participantes en su experimento y les pedía que encendieran una luz justamente en el momento en que el sonido finalizara. Efron halló que independientemente de que el sonido durara realmente 30 o 100 milisegundos, su duración subjetiva aparente era aproximadamente de 130 milisegundos. Por su parte, Deatherage y Evans (1969) se ba-

saron en las propiedades de las máscaras auditivas y hallaron que el intervalo temporal durante el que un estímulo es susceptible de ser enmascarado, disminuye cuando también lo hace la intensidad de la máscara. Además de esto, encontraron que el enmascaramiento solo se produce si el estímulo objetivo y la máscara se presentan en el mismo oído.

Teniendo en cuenta el paralelismo entre estos resultados y los observados en la modalidad visual, Massaro (1970) se preguntó si las máscaras de patrón de tipo auditivo también producirían efectos similares a los observados en la modalidad visual. Para ello, evaluó la capacidad para discriminar un tono de 20 milisegundos de diferente frecuencia (alta o baja) seguido por un estímulo máscara de otros 20 milisegundos de idéntica intensidad que el primero presentado tras un intervalo que oscilaba entre los 0 y los 500 milisegundos. Massaro comprobó que el reconocimiento del estímulo objetivo era solo ligeramente superior al azar con intervalos inferiores a los 40 milisegundos. Sin embargo, a medida que el intervalo temporal entre ambos estímulos aumentaba, la ejecución mejoraba gradualmente hasta alcanzar la asíntota hacia los 250 milisegundos. Según Massaro, estos hallazgos sugieren la existencia de un almacén ecoico que preserva la información auditiva presentada durante 250 milisegundos, momento a partir del cual la máscara no afecta a la ejecución porque se ha extraído toda la información necesaria del estímulo.

Memoria auditiva a corto plazo

Parte de las pruebas sobre la existencia de una memoria auditiva a corto plazo procede de estudios que han empleado adaptaciones de la técnica de informe parcial. Entre estos destaca el realizado por Darwin *et al.* (1972), que presentaron información auditiva distinta simultáneamente por el oído izquierdo, derecho y el centro de la cabeza, y manipularon el tiempo de demora de una señal luminosa (cero, uno, dos, tres, cuatro segundos) que indicaba al individuo qué información debía repetir. Los autores hallaron que el informe par-

cial aventajaba al informe total y que esta superioridad disminuía al aumentar la demora de la señal, alcanzándose la asíntota en el intervalo entre los tres y los nueve segundos.

Otra forma de estudiar la persistencia a corto plazo de los efectos sensoriales de los estímulos auditivos está basada en los procedimientos de atención selectiva en presentaciones dicóticas de información. Así, por ejemplo, Glucksberg y Cowan (1970) pidieron a los participantes de su estudio que fueran repitiendo una secuencia de prosa presentada por un oído mientras ignoraban la presentada por el otro. Ocasionalmente, aparecía una luz verde para que el individuo dijera si acababa de presentarse (o no) un dígito en su oído no atendido. Los autores hallaron que los participantes no podían detectar un estímulo por el oído no atendido cuando transcurrían más de cinco segundos entre este y una señal visual presentada previamente, lo cual sugiere que esta es la duración de la memoria auditiva a corto plazo.

Efectos de modalidad, de recencia y de sufijo

El empleo de diversos procedimientos para estudiar la persistencia temporal de los estímulos auditivos ha puesto de manifiesto una serie de efectos interesantes, que también arrojan luz acerca de la naturaleza del sistema responsable de dicha persistencia. Estos efectos son de modalidad, recencia y de sufijo. El *efecto de modalidad* se puede formular del siguiente modo: *se recuerda mejor la información presentada auditivamente que la presentada de forma visual*. Este efecto parece estar relacionado directamente con el hecho de que la información sea oída por el individuo, pues el recuerdo de información visual no mejora si los individuos solamente la articulan internamente o la pronuncia en voz tan baja que llega a ser inaudible. Por otro lado, el *efecto de recencia* pone de manifiesto que se recuerdan mejor los dos o tres últimos elementos auditivos presentados. Por último, el *efecto de sufijo* se refiere a que la presentación de un elemento sonoro irrelevante (sufijo) elimina el efecto de recencia.

Crowder y Morton (1969) demostraron que la naturaleza del sonido empleado como sufijo resulta fundamental, pues cuando se trata de un estímulo auditivo no verbal (ejemplo: un timbre o un tono), no se produce efecto de sufijo. Estos autores también mostraron que el significado del sufijo no resulta importante, pues cualquier sonido verbal perjudica el rendimiento.

De acuerdo con estos resultados, el efecto de recencia se basaría en una huella acústica temporal periférica que, por tanto, se ve afectada por la información acústica subsiguiente. Sin embargo, otros estudios sugieren que esta huella acústica podría tener un carácter poscategorial. Por ejemplo, Ayres *et al.* (1979) presentaron a los participantes de su experimento secuencias de siete palabras monosilábicas seguidas de un sufijo. En una de las condiciones los sufijos presentados eran sonidos verbales (las sílabas da, pin, wing y wa), mientras que en otra condición los sufijos consistían en una serie de sonidos musicales, uno de los cuales era idéntico a la sílaba hablada wa. El resultado más interesante de este estudio tiene que ver con los efectos del sufijo “wa”: así, este efecto era mayor cuando la sílaba “wa” era percibida por el participante como un sonido verbal que cuando era considerado como el de un instrumento musical. Este hallazgo sugiere que el efecto del sufijo no depende solo de factores íntimamente relacionados con la naturaleza física del estímulo, sino también de factores de orden superior, en este caso, la interpretación que el individuo hace de un sonido.

Por su parte, Spoehr y Corin (1978) descubrieron que un sufijo solamente articulado (sin emitir sonido) afectaba al recuerdo de listas de palabras presentadas auditivamente de manera similar a como afectan los sufijos hablados. Este tipo de observación sugiere que los mecanismos responsables del efecto del sufijo no son puramente acústicos, sino que tienen lugar en alguna fase posterior relacionada con el procesamiento del lenguaje.

Memoria a corto plazo

Cuestiones preliminares de la MCP

Las primeras propuestas formales sobre la existencia de un sistema de almacenamiento de información a corto plazo (MCP) distinto al que alberga nuestro conocimiento permanente, surgieron en el marco de la era del “procesamiento de la información”, con el desarrollo de los ordenadores, que disponen de una memoria momentánea (memoria RAM) y de un componente de almacenamiento permanente (disco duro).

Esta perspectiva suscitó la realización de una gran cantidad de trabajos experimentales, fundamentalmente centrados en las características estructurales de este sistema de memoria, considerado —a grandes rasgos— como un sistema de almacenamiento de información cuya función principal es la de establecer conexiones con la información entrante y la existente de forma permanente.

Waugh y Norman (1965) fueron los primeros autores que propusieron un modelo formal multialmacén de la memoria humana. Directamente inspirados en el trabajo de James, estos autores postularon que la memoria se puede diferenciar en memoria primaria y memoria secundaria. La *memoria primaria* está relacionada a la información consciente y se encarga del mantenimiento temporal de la información mediante su repaso. Y la *memoria secundaria* se caracteriza por su notable capacidad de almacenamiento y está vinculada con la información no consciente (que no forma parte del presente psicológico del individuo).

El modelo dual de Atkinson y Shiffrin: aspectos implicados en la retención y manipulación de información a corto plazo

El modelo de Waugh y Norman (1965) fue una inspiración directa para Atkinson y Shiffrin. En el modelo dual de estos autores,

la MCP no solo retiene la información procedente de las memorias sensoriales, sino también la información relacionada con esta que se activa en la MLP. Además de almacenar información, la MCP también desempeña funciones denominadas “procesos de control” (repaso, codificación, esquemas de organización, estrategias de recuperación, reglas de decisión...), fundamentales para aspectos como el aprendizaje, la toma de decisiones y la solución de problemas. En concreto, estos autores enfatizan el papel de tres procesos: la *codificación* que consiste en la unión de información mantenida en la MCP con elementos representacionales procedentes de la MLP; un *repaso* que consiste en la repetición de la información en el MCP para su mantenimiento y “trasvase” al MLP (cuanto más tiempo se mantenga un elemento en la MCP, mayor es la probabilidad de ser transferido al MLP); la *recuperación* que implica la posibilidad de mantener durante un tiempo indefinido la información en la MCP siempre que no deje de repasarse.

Sternberg (1966) desarrolló el paradigma básico para analizar cómo se accede a la información mantenida a corto plazo. Sternberg presentaba, en primer lugar, un conjunto de uno a seis dígitos (conjunto de memoria) que podían ser repasados durante dos segundos. Seguidamente, presentaba un solo dígito para que el participante determinara lo más rápidamente posible si pertenecía o no al conjunto de memoria. En esta tarea, Sternberg halló que el tiempo de respuesta aumentaba linealmente con el tamaño del conjunto de memoria, independientemente de que el dígito estuviese presente (ensayo positivo) o no (ensayo negativo) en el conjunto de memoria. A la vista de estos resultados, Sternberg propuso que el proceso de búsqueda y recuperación de información mantenida a corto plazo es de carácter serial y exhaustivo, es decir, el individuo compara serial y rápidamente (un elemento cada 38 milisegundos, aproximadamente) la representación mental del elemento de prueba con la de cada uno de los memorizados.

Aunque esta hipótesis explicaba perfectamente los datos hallados originalmente por Sternberg, pronto se vio que su modelo presentaba muchos problemas para explicar los datos obtenidos al manipular ciertos parámetros de su tarea. En resumen, estos datos sugieren:

- Que el proceso de búsqueda parece aún más rápido de lo propuesto por Sternberg cuando se presentan conjuntos de memoria mucho mayores.
- Que durante el proceso de búsqueda se preserva información de los elementos “distractores”.
- Que el tiempo para recuperar los últimos elementos presentados es menor que el necesario para recuperar los primeros, es decir, se encuentran efectos de posición serial en el recuerdo, dato que es contrario a la idea de recuperación serial y exhaustiva propuesto por Stenberg.

Otra gran problema en los trabajos de Stenberg es que no consideró que, como en todo experimento de tiempo de reacción, esta medida está directamente relacionada con la precisión: a mayor velocidad, mayor cantidad de errores. Stenberg no consideró el papel de la precisión en sus trabajos.

A la vista de este tipo de resultados, otros modelos postularon que la recuperación de información a corto plazo tiene lugar en paralelo (se compara el elemento buscado simultáneamente con todos los que forman el conjunto de memoria) y/o de forma autoterminada (una vez hallado el elemento buscado en el conjunto de memoria, la búsqueda cesaría automáticamente).

Aunque la influencia del modelo de Stenberg es innegable, actualmente su vigencia y relevancia teórica han disminuido notablemente. No obstante, la tarea desarrollada por este autor tiene un importante valor práctico, pues permite determinar la existencia de alteraciones cerebrales que afectan a la memoria, evaluar el efecto de ciertos fármacos, de estresores ambientales, etc.

Pruebas de la distinción MCP-MLP

1. *Capacidad de “almacenamiento”*. La cantidad de elementos retenidos sería una de las principales características distintivas de la MCP y la MLP: somos capaces de retener a largo plazo enormes cantidades de información, pero pocos elementos a corto plazo. Así, por ejemplo, Miller (1956) planteó que la MCP tiene una amplitud promedio de siete elementos o grupos (del inglés *chunks*) de información. No obstante, esta amplitud depende de la naturaleza de los elementos presentados. Así, por ejemplo, en el caso de palabras no relacionadas, esta amplitud es de cinco o seis elementos, mientras que en el caso de frases con significado este número se eleva hasta 16 unidades.

Los efectos de primacía y recencia que se observan en la tarea de recuerdo libre (ver tema 5, apartado “Pruebas de memoria directas”), también se han interpretado en términos de sistemas de memoria diferentes: los primeros elementos presentados se retendrían de forma más duradera, porque reciben mayor grado de repaso, mientras que los últimos elementos de la lista presentada se recuperarían directamente de un sistema de almacenamiento a corto plazo. La idea de que los efectos de primacía y recencia se deben a mecanismos de memoria distintos está apoyada en el hallazgo de dobles disociaciones experimentales, es decir, ambos efectos experimentales se ven afectados separadamente por factores distintos. Más concretamente, la realización de una tarea distractora durante el intervalo de demora entre el último elemento presentado y la señal para recordar, reduce notablemente el efecto de recencia, pero no afecta al de primacía. Alternativamente, factores como la familiaridad de las palabras, su velocidad de presentación o la realización concurrente de alguna otra tarea, modifican al efecto de primacía, pero no al de recencia.

Resulta claro, pues, que la supuesta capacidad de la MCP sería distinta dependiendo de si se usa como medida la tarea de amplitud de memoria o la magnitud del efecto de recencia. Sin embargo, la explicación de esta contradicción estriba en que el mayor número de

elementos recordados en la tarea de amplitud de memoria, se debe a que el conocimiento permanente “ayuda” a recordar información a corto plazo “inflando” artificialmente la capacidad de la MCP.

De acuerdo con estos planteamientos, Melton (1963) halló que la repetición cada tres presentaciones de una determinada secuencia de elementos en la tarea de amplitud de memoria (sin que el individuo se percatase de ello), aumentaba la probabilidad de recordarla. Sobre la base de este tipo de hallazgos, Melton defendió la naturaleza unitaria de la memoria. Sin embargo, también es posible explicar estos resultados si se contempla la conveniencia de distinguir entre tareas de memoria (actividades encaminadas a evaluar cuánta información se puede retener durante un espacio de tiempo) y los sistemas de memoria implicados en su realización (mecanismos funcionales responsables de nuestra capacidad de codificar, mantener y recuperar información). De acuerdo con esta distinción, es posible aceptar que en una tarea particular (ejemplo: una tarea de MCP) pueda estar implicado más de un sistema de memoria.

2. *Tipos de representación.* Los resultados discutidos en torno al papel del repaso para mantener a corto plazo la información, hicieron pensar que esta se codifica en términos acústicos. De acuerdo con esta idea, Conrad y Hull (1964) demostraron que las secuencias de elementos similares en sonido (ejemplo: P, D, T, B) son más difíciles de recordar que las secuencias de letras que suenan diferentes entre sí (ejemplo: J, Y, Z, W, R). Los autores denominaron a este tipo de hallazgo “efecto de la similitud fonológica”.

Los hallazgos de Baddeley y Hitch (1974) también son coherentes con la propuesta de que la información que se mantiene a corto plazo se representa de forma distinta a como ocurre cuando se desea retenerla durante mucho tiempo. Empleando una tarea de recuerdo serial inmediato, los autores hallaron que los participantes recordaban menos elementos de información cuando las palabras presentadas eran similares fonológicamente, lo cual sugiere que estaban recordándolas a partir de su sonido o de sus características

articulatorias, mas no en función de su significado. Contrariamente, cuando transcurría mucho tiempo desde la presentación de la lista de palabras, la recuperación que tenía lugar era peor si dicha lista estaba formada por palabras con significado similar. En definitiva, estos resultados sugieren que la retención a corto plazo se basa en una representación fonológica de la información, mientras que la retención a largo plazo depende del aspecto semántico de las representaciones de la información.

3. *Dobles disociaciones neurológicas.* Las pruebas de la distinción MCP-MLP procedentes de la neuropsicología muestran que la lesión de ciertas áreas afecta selectivamente a la capacidad para retener la información a corto plazo, pero sin afectar la capacidad de retención a largo plazo; mientras que la lesión de otras áreas distintas produce el efecto inverso. Así, el paciente HM, al que se le extirpó bilateralmente buena parte de los lóbulos temporales y el hipocampo, podía recordar hechos de su vida previos a la intervención, pero su capacidad para aprender información nueva se redujo drásticamente (alteración de la retención a corto plazo). Alternativamente, Shallice y Warrington (1970) describieron el caso del paciente KF, afectado por una lesión en el hemisferio cerebral izquierdo (en un área próxima a la fisura de Silvio), con una amplitud de memoria inmediata de solo dos o tres dígitos, pero cuya capacidad para retener información a largo plazo parecía completamente normal. Esta doble disociación neuropsicológica constituye un dato particularmente convincente de la existencia de dos sistemas de memoria, a corto y largo plazo, relativamente independientes.

Principales problemas del modelo dual

Los principales problemas con que se enfrenta el modelo dual de Atkinson y Shiffrin (1968) son los siguientes:

- La existencia de casos como el paciente KF cuestiona la importancia de la MCP para el aprendizaje a largo plazo: si

la MCP es el responsable del “trasvase” de información a la MCP, ¿cómo es posible que un individuo no tenga problemas para retener información a largo plazo con la MCP “dañada”?

- El repaso o repetición de la información en la MCP no parece una condición, ni necesaria, ni suficiente para que esta pase a la MLP. Así, Tulving y Pearlstone (1966) hallaron que leer repetidamente una lista de palabras que después eran incluidas en otra más larga no mejoraba su aprendizaje.
- El modelo dual tiene problemas para explicar datos relativos al efecto de recencia. Más concretamente, Baddeley y Hitch (1977) hallaron que la realización de una tarea de amplitud de memoria con dígitos mientras se memoriza una lista de palabras inconexas (que supuestamente requiere de la MCP) no elimina el efecto de recencia (supuestamente dependiente de la MCP) en una prueba de recuerdo libre.
- La asociación “MCP-codificación fonológica/MLP-codificación semántica” recibió poco apoyo empírico. En su conjunto, los estudios realizados a este respecto concluyen que las personas tratan de codificar la información semánticamente siempre que les es posible. No obstante, ello es especialmente difícil en aquellos casos en que se presentan brevemente elementos no relacionados, situación típica de las tareas de MCP.

Estos y otros muchos problemas, relacionados fundamentalmente con las particularidades concretas de las múltiples tareas desarrolladas para estudiar la retención a corto plazo de información, favorecieron el avance de otros planteamientos teóricos como el “modelo de los niveles de procesamiento” de Craik y Lockhart (1972) o el “modelo SPI” de Tulving (1995) revisados en el tema anterior.

Memoria de trabajo

Cuestiones preliminares

La MT se refiere a la capacidad de almacenar temporalmente información (de segundos a minutos) y manipularla de acuerdo a nuestros objetivos presentes y futuros (Baddeley, 2012). Salthouse (1990) la define como un sistema que permite al cerebro procesar la información proveniente de estímulos externos o internos y mantener sus contenidos activos (esto lo llama “estado accesible”) para utilizarlos en la elaboración de procesos cognitivos de mayor complejidad. Eso es muy importante, por ejemplo, en actividades multitarea, donde el individuo debe hacer varias cosas al mismo tiempo, como cuando un médico realiza funciones de monitoreo de signos vitales, control de hemorragias y sangrado durante una operación quirúrgica, mientras que además supervisa la precisión de la técnica y las tareas que realiza el personal ayudante. Otro ejemplo más cotidiano podría ser el que estás realizando en este momento. Cuando leemos un texto, comenzamos con un párrafo y luego continuamos con otro y así sucesivamente. La MT es la que nos permite retener ideas centrales de cada párrafo (así como los pensamientos que van surgiendo mientras se van leyendo), continuar leyendo y ser capaces de usar luego toda esta información para elaborar un propio análisis.

El interés en el estudio de la MT se da por su relación con la capacidad de procesar y manipular información, que constituye la base del pensamiento complejo y las funciones ejecutivas; estas últimas incluyen habilidades como el razonamiento, la planificación y la resolución de problemas (por ejemplo: determinar el mejor orden de las actividades a realizar, identificar las mejores alternativas para solucionar un problema, etc.) (Kyllonen y Christal, 1990; Shah y Miyake, 1999; Shipstead *et al.*, 2014). Además, la MT es también un predictor confiable del éxito, tanto académico como profesional, dada su asociación con la inteligencia fluida y su implicancia en las

actividades cotidianas (Borella *et al.*, 2017; Cantarella *et al.*, 2017; Detterman *et al.*, 2014; Shelton *et al.*, 2010).

Es más, en la actualidad ya ha sido ampliamente aceptada la conceptualización de la MT como un conjunto de procesos que involucra el foco de atención (FoA por sus siglas en inglés), la percepción, la MLP y funciones superiores como planeación, pensamiento abstracto, actualización, organización de información, categorización, inhibición de interferencias, establecimiento de objetivos, etc. (Chatham y Badre, 2015; Ecker *et al.*, 2014; Nee *et al.*, 2013; Rey Mermet y Meier, 2017; Unsworth *et al.*, 2014). Justamente esta es la diferencia entre la MCP y la MT. Mientras la primera solamente requiere de un almacenamiento de información, la segunda involucra todo un procesamiento complejo de información para utilizarla de forma pragmática para relacionarse con el mundo y resolver problemas (Cowan, 2016). También difieren en las bases neurales que las subyacen, por ejemplo, en la MT se requiere de la activación de la corteza prefrontal dorsolateral (CPFDL) para la manipulación de información, mientras que en la MCP —al no existir manipulación— no es necesaria su participación y la actividad se concentra más en la corteza parietal (CP) —que también se activa durante la MT— (Diamond, 2014).

Span de dígitos: subescala de MT de la prueba de inteligencia de Wechsler (4ª)

En la última edición de la prueba de inteligencia para adultos de Wechsler (WAIS-IV, Wechsler, 2008), existe una subprueba de MT que se llama “*span* de dígitos”. Esta subprueba forma parte de la subescala de MT de esta prueba. El *span* de dígitos está compuesto de tres partes:

- La primera consiste en una serie de números (del 1 al 9) que el evaluador expresa verbalmente y que el evaluado debe repetir en el mismo orden en que hayan sido nom-

brados. Este ejercicio solo requeriría de la MCP porque hay que almacenar la información que recibimos y repetirla exactamente de la misma manera. No hay ninguna otra tarea que signifique manipulación de información.

- En la segunda parte ocurre lo mismo que en la primera, el evaluador expresa verbalmente una serie de números, pero ahora la tarea cambia y el evaluado debe tratar de repetir la serie en orden inverso, es decir nombrando primero el último número que dijo el evaluador en la serie hasta llegar al primero. Esta tarea ya involucra MT porque el evaluado debe llevar a cabo un su cabeza una tarea de retención y luego manipulación para cambiar el orden de los números antes de decir la serie.
- En la tercera parte, nuevamente el evaluador expresa de forma verbal una serie de números, pero en esta ocasión el evaluado deberá ordenar los números de menor a mayor y mencionarlos en orden ascendente, es decir, comenzar siempre por el número menor hasta el mayor. Al igual que en la segunda tarea, aquí tenemos un nuevo objetivo que requiere que el evaluado utilice la información de forma distinta, no solamente debe retener los dígitos, sino que ahora también debe ordenar ascendentemente los números en su cabeza antes de verbalizar la serie.

Modelos de MT

A lo largo de los últimos años han existido dos modelos cognitivos principales dirigidos a encontrar una explicación plausible del funcionamiento de la MT. El modelo multicomponente de Baddeley y Hitch (1974) y el modelo integral de atención-memoria de Cowan (1995). Ambos modelos y sus contribuciones serán explicadas a continuación.

Modelo multicomponente de Baddeley y Hitch

El modelo de Baddeley y Hitch (1974), después de sus diversas actualizaciones (Baddeley 2000, 2012), propone que la MT tiene cuatro subsistemas principales: el área central ejecutiva, el bucle fonológico, la agenda visoespacial y el búfer episódico (figura 19).

1. *Central ejecutivo*. El área central ejecutiva es el subsistema encargado de controlar el sistema completo, tiene una capacidad limitada de atención y permite la manipulación de la información almacenada en los otros componentes para utilizarla en la toma de decisiones y la ejecución de acciones. Este central ejecutivo es como el timonel que manejará todo el barco y la presencia de este marca la gran diferencia antes explicada entre solamente retener información y manipularla para cumplir metas o tareas exigidas por el ambiente o el contexto.

Este central ejecutivo, como pieza fundamental de la MT, es la razón por la que varios científicos consideran a la MT como parte de las funciones ejecutivas y una de las habilidades cognitivas que el niño debe saber desarrollar para llegar a otras más complejas, como la flexibilidad cognitiva o el control inhibitorio —que involucra la capacidad de cambiar de tarea y adaptarse rápidamente a sus demandas, distintas de las de la tarea anterior— y el control de interferencias ante estímulos distractores durante la tarea.

Los otros subsistemas son llamados “esclavos” y funcionan a través de dos procesos distintos: uno pasivo, que permite el almacenamiento limitado de información y uno activo, que consiste en el repaso de la información para mantenerla por un mayor tiempo. Esto se explicará más adelante.

2. *Bucle fonológico*. En el caso del bucle fonológico, la información es de tipo verbal (oral o escrita), se almacena en el archivo fonológico (*phonological store* en inglés) y se puede repasar a través de subverbalizaciones o verbalizaciones (*subverbal* o *verbal rehearsal* en

inglés). Un ejemplo de esto podría ser cuando una persona debe recordar una dirección que le han dado y comienza a repetirse la información en su cabeza (o en voz alta) una y otra vez para no olvidarla.

En la ya mencionada subprueba del *span* de dígitos, se utilizaría este bucle fonológico durante la segunda y tercera parte porque la información está siendo expresada de forma verbal. Entonces, la información se almacenaría en el archivo fonológico y luego sería utilizada por el central ejecutivo para cumplir los objetivos exigidos por la tarea. Es importante recordar que este mecanismo solo se dará durante la segunda y tercera parte de la subprueba y no en la primera, ya que esta solo involucra la retención y repetición de los dígitos (MCP).

3. *Agenda visoespacial*. En la agenda visoespacial, la información es de carácter visual y espacial, se almacena en el caché visual (*visual caché* en inglés) y el repaso se realiza refrescando de manera activa la información a través de la atención sostenida. Este proceso se llama “grabador interno” (*inner scribe* en inglés). Retomando el ejemplo anterior, si una persona desea llegar a algún lugar que no conoce, podría pedir un mapa y observarlo detenidamente para identificar referencias espaciales como edificios o tiendas que le ayuden a llegar a su destino.

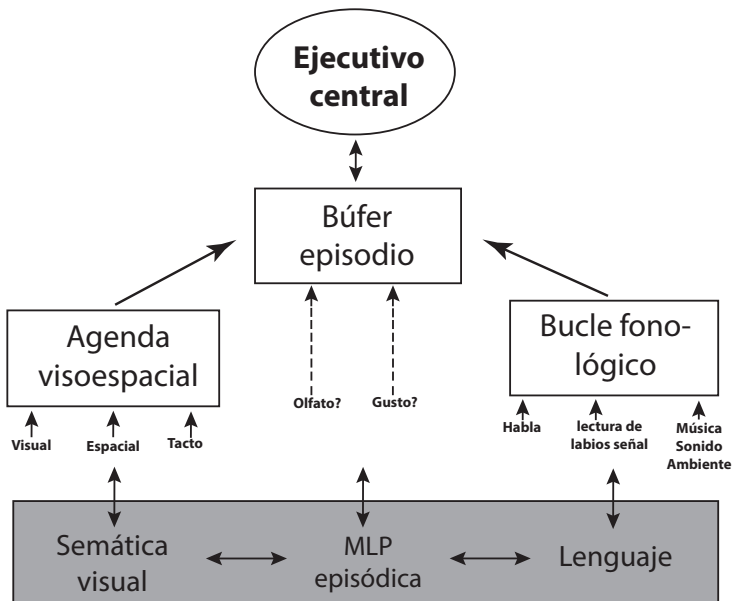
Un ejemplo de una tarea de MT visoespacial es la prueba de bloques de Corsi, que es un análogo de la subprueba del *span* de dígitos. En la prueba de Corsi, el evaluador coloca una serie de cubos de madera frente al evaluador y los señala en un orden específico. Una vez que haya finalizado, el evaluado debe señalar los cubos en el mismo orden en que lo hizo el evaluador. Esta primera parte de la prueba no involucraría MT, sino MCP; pero en su segunda parte requerirá que el evaluador señale los cubos en orden inverso, al igual que ocurrió en el *span* de dígitos, y ahí el evaluado sí necesitará manipular el orden de los cubos en su cabeza para responder adecuadamente.

4. *Búfer episódico*. El último subsistema es el búfer episódico, que es un lugar de almacenamiento pasivo de la información donde

el subsistema ejecutivo central puede acceder para manipular los datos que se encuentren ahí guardados y llevar a cabo un proceso de integración de información entre subcomponentes, similar al que hace con otros sistemas como la percepción y la MLP (Baddeley, 2010). Este subsistema buscará explicar cómo se retiene información sobre hechos autobiográficos, que dotarán de sentido al resto de información adquirida por diferentes modalidades. Por ejemplo, esto incluiría recordar el nacimiento de los hijos o recordar esa salida divertida entre amigos en Cancún.

Figura 19

El modelo multicomponente de Baddeley y Hitch



Nota. Adaptado de Baddeley, 2000.

De acuerdo a este modelo, las limitaciones en la memoria son el resultado de una alteración en la interacción de los procesos activos y pasivos del bucle fonológico y de la agenda visoespacial. Es

así que el olvido puede ser el resultado del rápido decaimiento de la huella mnémica, por la limitación de almacenamiento, y un tiempo insuficiente para repasar la información y mantenerla (Baddeley, 2000; Logie, 2011). Esta postura incluye de manera indirecta la interferencia, ya que esta podría significar el desplazamiento de información almacenada para guardar la nueva en caso de que la capacidad máxima de almacenamiento haya sido alcanzada (Baddeley, 2012).

Para comprender mejor este punto, se podría establecer una analogía con un pizarrón donde escriben los docentes durante las clases. Llega un momento determinado en el cual el pizarrón está lleno de información y el docente necesita borrarla para tener espacio para escribir y continuar explicando nuevos conceptos. El modelo de Baddeley y Hitch (1974), entonces, propone que cuando se llega a esta “saturación” del subsistema comienza a producirse la pérdida de información irrelevante.

Adicional a esto, tanto en el bucle fonológico como en la agenda visoespacial, hay dos aspectos que pueden limitar también la capacidad de almacenamiento: la cantidad de información a retener y la complejidad de la misma. En el caso de la limitación en la retención, aproximadamente hasta cuatro unidades de información a la vez pueden ser almacenadas, tanto en el archivo fonológico como en el caché visual. Mientras que en el caso de la complejidad de la información, existen unidades de información que tienen una dificultad particular y cuyo almacenamiento dependerá de las estrategias de procesamiento que se utilicen (estrategias fonológicas, por ejemplo: recordar palabras por el sonido similar como podrían ser ave, clave, nave; o semánticas, por ejemplo: establecer categorías como animales, personas famosas, herramientas de carpintero, etc.) (Baddeley, 2012).

Modelo integrado de atención-memoria de Cowan

El modelo integrado de atención y memoria de Cowan (1995) adoptó una visión más unitaria e integrada de los procesos. En vez de

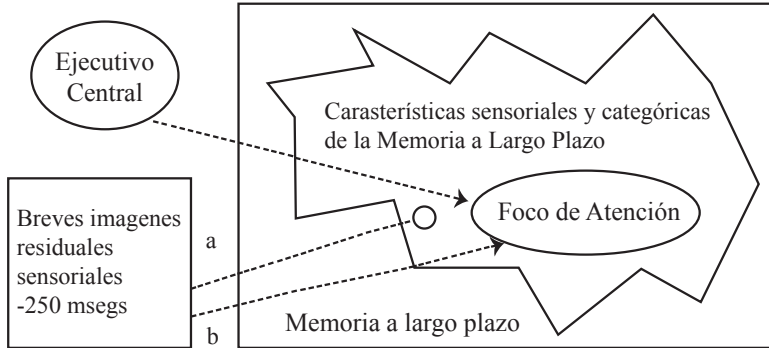
dividir la MT en modalidades de almacenamiento visual o auditivo, optó por un nivel de análisis más general, que permite incluir todas las modalidades sensoriales (tacto, gusto, olfato) y conectarlas con componentes perceptuales y semánticos. Para ello, identificó dos etapas de procesamiento: una relacionada con el *registro sensorial* —que tiene una duración de milisegundos— y otra de *codificación perceptual* —que permitiría el almacenamiento de la representación del estímulo que duraría unos cuantos segundos— (figura 20).

Para que se lleve a cabo la primera etapa de procesamiento es necesario un filtrado atencional, que es efectuado por el FoA, el cual permite captar y seleccionar los aspectos relevantes del estímulo. En la segunda etapa se requiere la activación de la MLP, donde se almacenan características similares a las percibidas desde el estímulo, las cuales dotarán de información al FoA. Así, la MT sería el resultado de la activación de dos niveles en la MLP: la MLP activada que contiene las representaciones relevantes que emergen de acuerdo al estímulo percibido —sean estas fonológicas, semánticas, espaciales, visuales, etc.— y el FoA que permite seleccionar y almacenar información relacionada no solamente con las características de un estímulo, sino también con los objetivos a cumplir en una determinada tarea y el procesamiento que estos impliquen (Cowan, 1999). Por ejemplo, si una persona debe aprenderse un listado de compras, primero centra el FoA en los objetos de la lista (por ejemplo, huevos) y esa información accederá a la MLP activada para integrarse a otros contenidos como las letras (cómo suenan en conjunto, lo que permite la comprensión de lo que se está leyendo), categorías (comida, proviene de la gallina, se usa para postres), características visuales (es blanco, ovalado), etc. Esto le permite a la persona mantener esa información por más tiempo. Es la razón por la cual, cuando no existe mucha información previa sobre algún estímulo en la MLP activada, su recuperación puede ser más difícil. Por ejemplo, cuando un estudiante quiere aprender algún concepto nuevo sin en realidad entenderlo.

Cowan (2005) hace una distinción importante entre la *capacidad del FoA* y el *control del FoA*, ya que ambos son procedimientos y mecanismos distintos. El primero se refiere a la cantidad de información a la que pueden dirigirse los recursos atencionales (que se encuentran alrededor de tres a cinco unidades de información), mientras que el segundo se refiere a la habilidad para dirigir los recursos atencionales hacia donde sea necesario, basados en las demandas del ambiente. Así, el FoA es capaz de adaptarse a los requerimientos específicos de la tarea a realizar, dirigiendo sus recursos a estímulos sensoriales externos o a representaciones internas relevantes almacenadas en la MLP activada.

Por ejemplo, el FoA tiene la capacidad de acercar su foco para concentrarse mejor en una tarea específica y evitar interferencias, o puede alejar su foco para ampliar el alcance y acceder a la mayor cantidad posible de información. Para comprender mejor cómo funciona el FoA podríamos hacer una analogía con una cámara. Cuando queremos tomar una foto de un paisaje amplio sacrificamos nuestra relevancia en la foto (saldríamos pequeños) para poder captar la mayor cantidad de espacio, como ocurre en una toma panorámica. Mientras que si deseamos una foto de nosotros solamente, podríamos acercar el lente de tal forma que se pierda información sobre el paisaje, pero se vean hasta los más mínimos detalles de nuestro rostro, como ocurre en los retratos o las imágenes en primer plano. De igual manera, la información almacenada en el FoA puede ser transferida a la MLP activada y accederse a ella a través de la atención, permitiendo así ingresar nueva información. El FoA, además de ser un subcomponente de la MLP activada, se convierte en la puerta de ingreso de los estímulos hacia la MLP, para permitir que la información entrante se asocie y se integre a la ya almacenada.

Figura 20

Modelo integrado de atención-memoria

Nota. Adaptado de Cowan, 1995.

Para este modelo, a pesar de que la MLP tiene un almacenamiento infinito, la capacidad de almacenamiento de la MT es reducida y está determinada por la cantidad de estímulos que el FoA le permite ingresar (de tres a cinco, como se mencionó previamente) (Cowan, 2001). No obstante, las limitaciones de la MT dependerán también de otros factores: las habilidades de procesamiento de información y la capacidad para controlar y dirigir el FoA.

Las habilidades de procesamiento son las que le permiten al individuo desarrollar estrategias cuando ingresa información que puede ser extensa o de gran complejidad. Por ejemplo, un individuo comienza a trabajar en un nuevo lugar y le muestran las ubicaciones de las oficinas de los distintos gerentes. Puede intentar emplear estrategias como recorrer mentalmente varias veces el trayecto (el grabador interno) o utilizar estímulos más familiares para acordarse (hacer uso de referencias como: “Al lado de la recepción” o “cerca de la ventana roja”). La *capacidad de control* del FoA se refiere a la capacidad de dirigir la atención hacia los estímulos relevantes, para que la MT no se llene de información innecesaria (recordemos que tiene una capacidad reducida) y no complique la realización de una tarea

específica (Cowan, 2010). Para comprender mejor esto, pensemos en un alumno que desea estudiar para un examen y obtener una buena calificación, tener la televisión encendida hará que ingrese información irrelevante que competirá con los contenidos de la materia a estudiar, dificultando el control del FoA y causando problemas para aprender los contenidos deseados. Así, lo recomendable es que, aun cuando no le guste la idea, apague todo tipo de aparato que pueda emitir estímulos innecesarios y alterar el control de su FoA.

En resumen, mientras para Baddeley (2012) *el componente principal del modelo es el central ejecutivo que manipula la información almacenada en los subsistemas*, para el modelo de Cowan (1995) *la atención es el componente central que maneja todo el sistema*. Sin embargo, de los modelos presentados, el que goza de mayor popularidad dentro de la comunidad científica es el de Cowan (1995) ya que se ajusta mejor a los hallazgos de los estudios en neurociencias.

Bases neurológicas de la MT

Lewis Peacock y Postle (2008) quisieron investigar la influencia de la MLP en la MT (como es propuesto por Cowan). Para ello utilizaron resonancia magnética funcional (RMf), para medir la actividad cerebral de sujetos mientras realizaban dos tareas. La primera consistía en indicar su nivel de agrado hacia personas, lugares y objetos familiares que requería la activación de la MLP. La segunda era una tarea de MT que involucraba el reconocimiento de parejas de estímulos aprendidas, donde se habían utilizado aleatoriamente algunos de los objetos presentados en la primera fase (las parejas habían sido repasadas varias veces antes de esta segunda tarea). Los resultados obtenidos reflejaron que los patrones de activación neuronal de la primera tarea se reproducían nuevamente en la segunda, lo que evidenciaba que la MT se valía de la MLP activada para resolver tareas, como si ambas fueran parte de un mismo sistema.

Cabe recalcar que hay casos en los cuales no existe información almacenada en la MLP sobre algún estímulo, es decir, este es totalmente nuevo, por ejemplo: si en el estudio previo hubiesen utilizado rostros o lugares nunca antes vistos por el participante. En esos casos, la MT buscará encontrar información relacionada en la MLP que pueda ser útil en la tarea, sin embargo, entre menor sea la información disponible, mayor será la dependencia de la MT respecto a las representaciones perceptuales y mayor la probabilidad de error (Eriksson *et al.*, 2015).

Varios estudios continuaron evidenciando la fiabilidad del modelo de Cowen y la estrecha relación entre la MLP activada y la MT, demostrando que la activación de áreas del cerebro relacionadas a un estímulo en particular se mantiene incluso en ausencia de este (Han *et al.*, 2013; Harrison y Tong, 2009; Lee *et al.*, 2013; Sreenivasan *et al.*, 2014). Christophel *et al.* (2012) demostraron que para retener información visoespacial compleja a corto plazo, se requería de la activación sostenida de las cortezas occipital y parietal, donde se ubican áreas perceptuales y de MLP relacionadas a estímulos de este tipo. Por otro lado, Druzgal y D'Esposito (2003) encontraron que el área fusiforme en la corteza temporal inferior (donde se almacena información perceptual y MLP sobre rostros) mantenía su activación durante una tarea de reconocimiento facial que involucraba MT.

Estudios de neuroimagen han demostrado que estructuras como el precúneo, la corteza cingulada posterior, el surco frontal superior, la CP y la corteza prefrontal (CPF) participan en la MT, sin embargo, la activación varias otras áreas dependerá de factores como el tipo de representación (ejemplo: visual, auditiva, espacial, etc.) y la demanda de la tarea (ejemplo: reconocimiento, clasificación, secuenciación, etc.) (Bledowski *et al.*, 2010; Christophel *et al.*, 2017). En tareas de MT verbal se encuentran implicadas principalmente la corteza temporal superior, la región ventral de la CPF y la CP inferior izquierda (Buchsbaum y D'Esposito, 2008; Huang y Brosch, 2016). Por otra parte, en la MT visoespacial se activan principalmente la re-

gión dorsal de la CPF y las cortezas parietales de los dos hemisferios, aunque con una mayor influencia de la ubicada en el lado derecho del cerebro o como evidencian estudios de lesiones cerebrales (Koenigs *et al.*, 2009; Nee *et al.*, 2013; Spellman *et al.*, 2015).

Principales redes neuronales involucradas en la MT

Ante todo, existen dos redes neuronales principales que subyacen a la MT, la red fronto-parietal y la red fronto-estriada (Darki y Klingberg, 2015). La red fronto-parietal incluye las conexiones neuronales dentro de la CPF y la CP, así como las conexiones entre estas dos estructuras que son importantes para el almacenamiento y manipulación de representaciones en la MT (Rottschy *et al.*, 2012; Vogel y Machizawa, 2004). La CP, sobre todo, ha demostrado mayor activación en tareas de retención temporal de información y su posterior reactivación (Ravizza *et al.*, 2004). Por otro lado, la red fronto-estriada incluye las conexiones entre la CPF y los ganglios basales, principalmente el estriado, que funciona como una puerta que indica cuándo las representaciones deben mantenerse y cuándo deben actualizarse (O'Reilly, 2006). El estriado también está involucrado en el control ante las interferencias, crucial para la correcta retención de la información (Cools y D'Esposito, 2011; McNab y Klingberg, 2008).

Dentro de la red fronto-parietal, la CPFDL ha sido identificada como la responsable de que aquellas representaciones que sean importantes para resolver una tarea perduren en la MT y puedan ser manipuladas para guiar la conducta (Barbey *et al.*, 2013; Funahashi *et al.*; 1989; Fuster, 2001). De igual manera, la CPFDL puede predecir la exactitud con la que una representación ha sido almacenada y el rendimiento en una tarea de MT con mayor precisión que cualquier otra región (Constantinidis *et al.*, 2001; Curtis y D'Esposito, 2004; Riley y Constantinidis, 2016; Zhou *et al.*, 2013). Esto ocurre porque cuando se presenta un estímulo, la actividad neuronal en la CPFDL cambia, generándose conexiones específicas con otras áreas donde se almacena información relacionada acorde a las distintas característi-

cas del estímulo (como pueden ser su apariencia o su localización). Estas nuevas conexiones, a su vez, permitirán realizar un análisis más profundo de esta información (como serían la clasificación en categorías o su utilización en un contexto determinado). Cuando el estímulo desaparece, su representación se mantiene en las redes neuronales como un eco de la activación previa, permitiendo aún conectar la CPFDL con las demás áreas involucradas cuando lo requiera la situación (Constantinidis y Klingberg, 2016).

Estudios computacionales de la MT

Los estudios computacionales han identificado también que la CPF ejerce un control *top-down* sobre las redes de codificación y almacenamiento, tanto en la misma CPF como en las áreas donde se mantenga la activación neuronal, y sincroniza la comunicación e interacción entre ellas. Por ejemplo, en tareas de MT visoespacial el control sería sobre la CP posterior (D'Esposito y Postle, 2015; Sreenivasan *et al.*, 2014; Yeterian *et al.*, 2012). Esto será importante para combatir la inhibición mutua que se produce entre regiones cerebrales cuando la capacidad de la MT ha llegado a su límite (Edin *et al.*, 2009). A nivel práctico, esto quiere decir que la CPF permitirá planificar y seleccionar las acciones a realizar (Christoff *et al.*, 2003; Ramnani y Owen, 2004).

Otro aporte esencial de los estudios computacionales es la premisa de que entre más fuertes sean las conexiones sinápticas entre las redes involucradas en la codificación, mantenimiento y recuperación de la información, mayor será la capacidad para sostener las representaciones en la memoria, a pesar de posibles interferencias o distractores (por ejemplo: entre la CPF y la CP) (Macoveanu *et al.*, 2007). De igual manera, mayor frecuencia de disparo por parte de las neuronas, independientemente del método utilizado, producirá una mejora en la MT, ya que reducirá las probabilidades de que la actividad neuronal decaiga y con ella la representación almacenada (Edin *et al.*, 2007). Sin embargo, estudios posteriores han demostrado que

no es necesaria una activación constante en las regiones cerebrales para que se pueda mantener la información y utilizarla para resolver una tarea de MT.

Lewis Peacock *et al.* (2012) realizaron un experimento utilizando RMf en el cual presentaban dos estímulos y luego se les indicaba a los participantes que solo necesitarían la información del primer estímulo (ese sería el relevante mientras que el segundo sería irrelevante), para luego hacer lo mismo, pero con el segundo estímulo (que pasaba a convertirse en el relevante). Los sorprendentes resultados que obtuvieron fueron que la activación cerebral relacionada al primer estímulo irrelevante se redujo totalmente, sin embargo, se mantuvo en la MT y pudo ser recuperado con éxito para la segunda prueba que fue realizada eficazmente. LaRocque *et al.* (2013) quisieron replicar el estudio utilizando un electroencefalograma (EEG) con el objetivo de encontrar alguna señal neuronal que no hubiera podido ser captada por la RMf, no obstante, el resultado fue el mismo.

Estudios computacionales han tratado de explicar estos descubrimientos sugiriendo que cuando ingresa información relevante al cerebro, esta genera una serie de cambios en las neuronas de las regiones cerebrales involucradas en su procesamiento inicial (por ejemplo: cambios en el nivel de calcio de las neuronas presinápticas o un aumento en la plasticidad hebbiana) (Mongillo *et al.*, 2008; Sandberg *et al.*, 2003). Esto, a su vez, puede producir una especie de facilitación en el establecimiento de las sinapsis cuando se desea activar representaciones relativas a algún estímulo favoreciendo la MT (Itskov *et al.*, 2011; Mongillo *et al.*, 2008). Independientemente de que las representaciones de la MT se mantengan por la continua actividad neuronal o a través de cambios en los mecanismos sinápticos (o incluso por una combinación de ambos), estas dos perspectivas coinciden en que la información puede ser almacenada en cualquier red neuronal que pueda ser activada para recuperar esa información y utilizarla para orientar la conducta hacia una meta determinada (D'Esposito y Postle, 2015).

Memoria a largo plazo

Cuestiones preliminares sobre la MLP

El tercero de los componentes de la memoria propuestos en el modelo de Atkinson y Shiffrin (1968) es la MLP, responsable de la capacidad para *retener y recuperar información adquirida mucho tiempo atrás*. Los primeros estudios interesados en la naturaleza de este componente de la memoria, examinaron los factores implicados en la codificación de la información y la influencia de aspectos como el modo en que esta se organiza de cara a su posterior recuperación. El estudio de este tipo de factores puso claramente de manifiesto la interdependencia entre codificación y recuperación y ello, a su vez, fomentó el desarrollo de estudios dedicados a investigar los factores directamente implicados en la recuperación de la información.

Los trabajos empíricos realizados en torno a la naturaleza y función de la MLP han sido muy numerosos, obteniéndose una enorme cantidad de información que llevó al desarrollo de modelos teóricos que fuesen capaces de integrarlos para, así, dar cuenta de nuestra capacidad para retener y recuperar información a largo plazo. Los primeros modelos realizados al respecto entendían explícita o implícitamente que esta capacidad se debía a un sistema de carácter unitario. Sin embargo, resultados subsiguientes mostraron lo inadecuado de esta perspectiva y, como consecuencia, comenzó a considerarse que nuestra capacidad para retener y recuperar información a largo plazo es un aspecto muy complejo y a establecerse

diversas distinciones de tipo estructural (memoria semántica, episódica, implícita, explícita...) o procesual (procesos guiados por los datos vs. procesos guiados conceptualmente). De hecho, actualmente, continúa existiendo un importante debate entre los partidarios de una y otra perspectiva.

Procesos de la MLP: factores implicados en la codificación

En general, es posible afirmar que el estudio de los factores responsables de la adquisición a largo plazo de la información (codificación) está directamente relacionado con el tópico del aprendizaje. Así, según Anderson (1995), el aprendizaje estaría relacionado con los cambios relativamente permanentes del comportamiento resultantes de la experiencia (adquisición), mientras que la memoria haría referencia al mantenimiento de los efectos de tales experiencias.

La práctica

Normalmente se considera que el efecto de la práctica consiste en aumentar la fuerza de la información codificada y almacenada. De hecho, esta fuerza continúa aumentando (aunque cada vez menos) incluso cuando la ejecución es perfecta (ley potencial del aprendizaje). Ello se pone de manifiesto en los resultados de estudios en los que la variable dependiente empleada para evaluar los efectos de la práctica es el tiempo de respuesta o los estudios que evalúan la potenciación sináptica a largo plazo. De acuerdo con Anderson y Schooler (1991), la ley potencial del aprendizaje refleja una respuesta óptima al ambiente, ya que el modo en que ocurren las cosas en el ambiente también parece seguir una función de este tipo. Es decir, si un elemento de información aparece en el ambiente muy frecuentemente es porque será necesario utilizarlo en muchas ocasiones.

El interés por los factores implicados en la codificación se remonta muy atrás en el tiempo. Sin embargo, en el ámbito de la

psicología experimental, los primeros trabajos al respecto son los realizados por Ebbinghaus (recuérdese lo expuesto en el apartado “Los procedimientos experimentales para estudiar la memoria” del tema 5). Este autor consideró que existe una relación directa entre el número de repeticiones de la información y su permanencia. Ebbinghaus llegó a esta conclusión a partir de los datos obtenidos en sus experimentos de reaprendizaje, en los que observó que, si la primera vez que alguien aprendía una lista de elementos sin sentido la repetía 64 veces, al día siguiente necesitaba mucho menos tiempo para volver a aprenderla, a diferencia de si la repetía inicialmente solo 32 veces (hipótesis del tiempo total).

Aunque las conclusiones de Ebbinghaus son básicamente correctas, lo cierto es que el aprendizaje es más eficaz si los diferentes ensayos se distribuyen en el tiempo (distribución de la práctica). Los efectos de la distribución de la práctica se hacen patentes con todo tipo de material. Además —y lo que parece más importante— la práctica distribuida parece favorecer una mejor retención a largo plazo, supuestamente, porque la información se codifica de forma diferente en cada ocasión. No obstante, parece que la retención, al menos en determinadas circunstancias, es óptima con una práctica masiva inicial (para formar el trazo de memoria) seguida por una transición gradual a práctica distribuida, con el fin de que los efectos del aprendizaje no desaparezcan (repaso en el tiempo).

El nivel de procesamiento

De acuerdo con la perspectiva de Craik y Lockhart (1972), el grado de procesamiento que recibe un estímulo es variable, pudiendo ir desde un análisis superficial (asociado con los estadios iniciales de procesamiento del estímulo) hasta un nivel profundo (asociado con el análisis tardío del significado de la información).

Una de las implicaciones más importantes de este modelo es que la información se podrá retener poco tiempo cuando reciba un

análisis superficial (fundamentalmente físico), mientras que se podrá recuperar después de mucho tiempo si recibe un análisis profundo (semántico). Más concretamente, Craik y Lockhart (1972) proponían que la retención a largo plazo de la información requiere repaso de elaboración, puesto que el repaso de mantenimiento solo permite la recuperación a corto plazo. Por ello, este tipo de repaso permitirá realizar correctamente solo tareas de reconocimiento, mientras que para que los elementos de información sean recordados adecuadamente necesitan repaso de elaboración. Sin embargo, esta aproximación resultó ser demasiado simple, por lo que se propusieron varias modificaciones de la misma. Por ejemplo, Craik y Tulving (1975) comprobaron que el procesamiento semántico no es el único factor determinante de la retención a largo plazo de la información; en su estudio, estos autores pidieron a los participantes que determinaran si cada una de las palabras de la lista que se les ofrecía encajaban o no en frases de distinta complejidad gramatical, los resultados mostraron que el recuerdo mejoraba al aumentar la complejidad de las frases. Este tipo de resultados llevaron a que la hipótesis original de los niveles de procesamiento se modificara, para considerar que, una vez alcanzado un nivel de procesamiento determinado, el grado de retención de la información depende de la complejidad o elaboración de tal procesamiento, es decir, del grado de complejidad con que un elemento de información se conecta o inserta de forma sistemática con otros contenidos de la memoria.

Teorías explicativas de los niveles de procesamiento

Las razones por las que el nivel de procesamiento es importante de cara a la codificación y posterior recuperación de información son diversas. De acuerdo con la hipótesis de la discriminabilidad, la mayor efectividad de la codificación semántica podría deberse a que esta produce el almacenamiento de un mayor y más variado número de aspectos de la información presentada, frente a la codificación superficial. Como consecuencia, la información codificada semán-

ticamente sería más discriminable. Esta perspectiva predice que la recuperación de información codificada superficialmente tendrá lugar con éxito si los aspectos superficiales de la información se hacen lo suficientemente distintivos. En este sentido, diversos trabajos han demostrado la permanencia a largo plazo de aspectos de la información que, de acuerdo con la propuesta de los niveles de procesamiento, normalmente son procesados superficialmente, como por ejemplo, las caras de las personas, la localización de un sonido o la voz que pronunció una determinada palabra.

Otros planteamientos sostienen que la superioridad de la codificación profunda está relacionada con la variabilidad de la codificación. Según esta hipótesis, el procesamiento profundo es más efectivo por producir una mayor cantidad de rutas potenciales de recuperación, lo cual permite que esta tenga más probabilidad de éxito independientemente de las condiciones en que ocurra. Por otro lado, autores han propuesto que la diferente eficacia de los niveles de procesamiento está relacionada con el grado de esfuerzo que llega a requerir la codificación de un determinado elemento de información. Así, esta perspectiva defiende que el procesamiento semántico normalmente produce mejor retención porque requiere más esfuerzo o capacidad de procesamiento. El efecto de generación es uno de los datos que apoyan esta propuesta. Así, un elemento de información se retiene mejor si este es generado por el individuo que si le es dado externamente (sin esfuerzo por su parte).

Ausencia de una medida independiente de profundidad de procesamiento

La propuesta de los niveles de procesamiento se ha criticado por no ofrecer una medida independiente del grado de “profundidad” de procesamiento, que permita determinar su magnitud y cualidad, y por tanto, predecir la ejecución antes de que esta tenga lugar. La circularidad de las explicaciones basadas en los niveles de procesamiento a la que conduce inexorablemente la ausencia de una

medida de la profundidad de procesamiento, es una de las críticas más duras vertidas contra esta perspectiva.

Craik (2002) ha admitido la dificultad de definir la profundidad y elaboración del procesamiento en términos psicológicos, sin embargo, mantiene que este aspecto se puede evaluar más adecuadamente en términos fisiológicos o neurológicos. Acorde con esta propuesta, los resultados de diversos estudios que han utilizado potenciales relacionados con eventos (ERP, por sus siglas en inglés) apoyan las propuestas de los niveles de procesamiento, pues han mostrado que la localización y las características de los ERP registrados durante la codificación dependen del tipo de tarea realizada con la información (superficial vs. profunda).

Serialidad del procesamiento

Otra de las críticas lanzadas contra la propuesta de los niveles de procesamiento es el carácter de serialidad del procesamiento subyacente a la misma (al menos en el caso de la formulación original de esta propuesta). Craik y Tulving (1975) reconocieron posteriormente los inconvenientes de esta asunción, no obstante, los partidarios de esta perspectiva siguen defendiendo actualmente la idea de que el resultado final del procesamiento es la codificación semántica. Más concretamente, Craik (2002) sigue postulando que los módulos de procesamiento operan de forma secuencial, aunque la secuencia en que estos intervienen puede variar dependiendo de la tarea realizada, de los objetivos del sujeto y/o de su nivel de práctica.

Atención exclusiva a los procesos de codificación

La propuesta original de los niveles de procesamiento se centró exclusivamente en los procesos de codificación, sin atender directamente a los procesos de recuperación por considerar que la recuperación no sería más que la reinstauración de los procesos acontecidos durante la codificación. Sin embargo, existen diversos tipos

de datos contrarios a estas ideas. Entre esos se encuentran que los procesos de codificación y recuperación dependen de áreas cerebrales distintas, que la atención es notablemente más importante durante la codificación que en el momento de la recuperación y que la actividad y las áreas asociadas con la recuperación no varían a pesar de que los procesos acontecidos durante la codificación hayan sido distintos. Este último punto ha sido demostrado a través de estudios electrofisiológicos.

Relaciones entre los procesos de codificación y recuperación

Investigaciones previas

La principal prueba en contra de la hipótesis de los niveles de procesamiento (que la memoria depende solo de los procesos de codificación) es la existencia de numerosos trabajos que demuestran una estrecha relación entre los procesos de codificación y los de recuperación. Uno de los más clásicos es el de Morris *et al.* (1977). Estos autores realizaron un experimento en condiciones de aprendizaje incidental en el que pidieron a un grupo de participantes que juzgaran si una palabra rimaba con otra (condición de codificación fonémica) y a otro grupo que indicaran si cada una de las palabras presentadas encajaba en una determinada oración (condición de codificación semántica). Al día siguiente, la mitad de los integrantes de cada grupo pasaba una prueba de reconocimiento, mientras que a los restantes participantes se les presentaba un conjunto de palabras para que reconocieran de entre ellas las que rimaban con las palabras presentadas el día anterior. De acuerdo con la hipótesis de los niveles de procesamiento, era de esperar que los individuos que realizaron juicios semánticos con la información (procesamiento profundo) reconocieran mejor las palabras independientemente del tipo de prueba de recuperación. Sin embargo, los autores hallaron que cuando la prueba de recuperación estaba basada en el sonido (rimas), la ejecución era mejor si las pala-

bras se habían codificado previamente en términos de su sonido que si se habían realizado con ellas juicios semánticos. Por tanto, estos resultados demuestran que la eficacia de la recuperación depende de la concordancia entre los procesos de codificación y recuperación. De hecho, este tipo de resultados han sido la base de propuestas como la teoría de la transferencia apropiada del procesamiento (TAP), la teoría de la especificidad de la codificación (EC) y, en general, las aproximaciones procesuales al estudio de la memoria.

La teoría de la transferencia apropiada del procesamiento

La TAP plantea que la retención depende de la correspondencia entre los procesos acaecidos en la codificación y los implicados en la recuperación. Por ello, los niveles de procesamiento no se pueden clasificar como “superficiales”, “profundos”, “buenos” o “malos”, ya que la naturaleza de las pruebas de recuperación también influye en cómo esta tiene lugar. De acuerdo con estos planteamientos, uno de los principales objetivos de la propuesta de la TAP es explicar las disociaciones halladas en la ejecución dependiendo del tipo de prueba de recuperación empleada (directa o indirecta).

A este respecto, la TAP considera que las pruebas de memoria directas dependen fundamentalmente de procesos de tipo conceptual, mientras que las indirectas estarían basadas en procesos de tipo perceptivo. Sin embargo, la TAP también presenta problemas. Así, en términos conceptuales, se ha criticado la dificultad de separar estrictamente los procesos de carácter perceptivo de los de tipo conceptual: la experiencia perceptiva da lugar al significado, pero también es cierto que el conocimiento puede influirla.

La teoría de la especificidad de la codificación

Esta perspectiva surge con el intento de determinar las causas de la habitual superioridad de las pruebas de reconocimiento sobre

las de recuerdo. Uno de los más importantes estudios al respecto fue el de Tulving y Thompson (1973). En la primera fase del experimento, se presentaba a los participantes pares de palabras constituidos por la palabra a recordar y una clave de estudio consistente en una palabra asociada débilmente a aquella (ejemplo: Banco-PATA). Después, los participantes pasaban una prueba de recuerdo con claves, en la que la palabra asociada débilmente se presentaba como clave para el recuerdo del otro miembro del par (ejemplo: PATA-“Banco”). En la tercera fase, los participantes debían generar una serie de palabras asociadas con cada una de las palabras ofrecidas, que estaban fuertemente asociadas con las palabras presentadas en la fase anterior (ejemplo: PARQUE, ..., ...). Una vez “generadas” estas palabras, se les pedía que señalasen aquellas que reconociesen como presentadas en la lista de estudio inicial. Finalmente, se presentaban las claves asociadas débilmente y se les pedía que recordasen las palabras asociadas a ellas (PATA-“Banco”). Los autores hallaron que el reconocimiento de palabras estudiadas previamente era muy pobre tras la fase de asociación libre (38 %), mientras que su recuerdo con claves era mucho mejor (68 %). Por tanto, había palabras que se recordaban pero que no se reconocían.

A la vista de estos resultados, Tulving y Thompson (1973) argumentaron que recuerdo y reconocimiento se diferencian en la especificidad de las claves de las que dispone el individuo para recuperar la información. Mientras que en el *recuerdo libre* la única clave de la que se dispone es el contexto, cuya naturaleza es bastante inespecífica; en el *recuerdo con claves* existe algún elemento de información relacionado de alguna manera con la que se debe recordar. Por su parte, en el *reconocimiento*, la clave de que dispone el individuo es muy específica, pues consiste en la información misma que tiene que recuperar. Sin embargo, la eficacia de las claves de recuperación no depende solo de su especificidad, sino también de la congruencia entre las operaciones realizadas durante la codificación y la recuperación (ecforia sinérgica).

Por ello, la hipótesis de la EC también puede explicar el hecho de que ninguna clave de recuperación es efectiva si no fue codificada junto al elemento a recuperar, aun estando muy asociada al elemento a recordar. Por tanto, de acuerdo con la hipótesis de la EC, un elemento de información es codificado en relación al contexto en el que tiene lugar. Dicho elemento de información se recuperará de forma eficaz a partir de otro diferente (clave), solo si este está relacionado con algún elemento contextual de los existentes en el momento de la codificación.

Diversos estudios han demostrado que la información y el contexto en el que esta se adquiere se codifican de forma separada. La codificación “por separado” de la información y del contexto en que se ubica puede explicar aspectos muy diversos. En ocasiones podemos recordar un elemento de información, pero no el contexto en que se adquirió. Ello parece deberse a que el contexto se olvida con más facilidad que la información porque se procesa de forma menos elaborada y/o recibe menos atención. De acuerdo con este argumento, se ha observado que las personas mayores son especialmente vulnerables a olvidar el contexto, lo cual hace que a veces “cuenten la misma historia varias veces”. Otro efecto típico de no recuperar adecuadamente el contexto de adquisición se produce cuando somos incapaces de determinar la identidad de una persona relativamente familiar si está fuera de su contexto habitual (ejemplo: un tendero del mercado visto en un concierto de ópera vestido de chaqué y pajarita).

Crítica a la teoría de la especificidad de la codificación

A pesar de su aparente solidez, la propuesta de la EC también presenta problemas. La demostración de que una clave de recuperación también puede ser efectiva, aunque no estuviese presente durante la codificación o aunque no coincida exactamente con aquella, puso de manifiesto el problema de circularidad al que llega esta propuesta, debido —como en el caso de los niveles de procesamiento—

a la ausencia de una medida independiente de la “idoneidad” de una clave para la recuperación. En otras palabras, si no se conocen de antemano las características que ha de tener un elemento de información para actuar como una “buena” clave de recuperación, habrá que esperar hasta que la recuperación tenga lugar y, entonces, en función de si ha sido o no exitosa, afirmar si el elemento fue codificado o no.

Otro de los problemas de la versión inicial de la hipótesis de la EC es la asunción de que el contexto afecta por igual tanto al recuerdo como al reconocimiento, lo cual no parece ser del todo cierto. Así, en un trabajo clásico, Godden y Baddeley (1975) realizaron un experimento con buzos como participantes. A la mitad de ellos les pidió que aprendieran una lista de palabras en tierra firme, mientras que otro grupo la aprendieron en un submarino varios metros debajo del agua. Posteriormente, la mitad de los integrantes de cada uno de estos grupos realizaron una prueba de recuerdo libre, bien en tierra firme, bien debajo del agua. Los autores hallaron que aquellos individuos que aprendieron la lista en tierra recordaron más palabras en tierra que debajo de agua, y los que la habían aprendido debajo del agua obtuvieron mejores resultados bajo el agua que en tierra. Sin embargo, el contexto de codificación no ejerció ningún efecto cuando la prueba de recuerdo se sustituyó por una de reconocimiento. En cualquier caso, parece que los efectos del cambio de contexto ambiental son bastante menores cuando dicho cambio no es tan acusado. De hecho, numerosos estudios han mostrado que la reinstauración mental del contexto de codificación facilita la recuperación de la información cuando no es posible que tal contexto pueda volver a experimentarse. Este es el caso, por ejemplo, de los intentos por “reconstruir el escenario del crimen” en el ámbito de la investigación policial.

Los resultados de diverso tipo de estudios sugieren la existencia de una asimetría hemisférica en los procesos de codificación y recuperación (modelo HERA, del inglés Hemispheric Encoding-Retrieval Assymetry). Estos estudios sugieren que los procesos de

codificación episódica de la información y la recuperación de información semántica, producen un incremento de la actividad en áreas de la CPF izquierda; mientras que los procesos de recuperación aparecen asociados con la actividad prefrontal derecha. No obstante, y en defensa de la propuesta de la EC, es importante decir que otros estudios basados en la estrategia de presentar la información a retener en una modalidad sensorial y la clave para recuperarla en otra modalidad distinta, han puesto de manifiesto que la presentación de una clave de recuperación auditiva produce la activación de las áreas implicadas en la codificación visual de los estímulos.

El papel de la atención en la codificación

Efectos de la atención durante la codificación

La implicación de la atención en la codificación de la información ha sido constatada en multitud de trabajos. Esta influencia es acorde con nuestra impresión generalizada de que la información que no se atiende es difícil de recordar, o que la información atendida se recuerda mejor que la no atendida, especialmente cuando esta entraña cierta complejidad.

Uno de los casos en que la ausencia de atención deteriora la codificación es cuando se debe tratar de memorizar información mientras se realiza otra tarea (ejemplo: atender simultáneamente a dos mensajes presentados en una tarea de escucha dicótica, retener dígitos o determinar el tono de sonidos mientras se presenta información para memorizarla). Así, por ejemplo, Murdock (1965) halló que la capacidad para aprender una lista de palabras disminuía cuando aumentaba la dificultad de una tarea concurrente de clasificación de tarjetas.

Existen varias posibilidades explicativas de la reducción en la eficacia de la codificación que se observa al disminuir la capacidad del individuo para atender a la información. Una perspectiva plantea que reducir la atención durante la presentación de la información se tra-

duciría en una codificación menos elaborada y compleja que cuando la atención puede dedicarse por completo a la codificación. Por otro lado, autores mantienen que los efectos de reducir la atención durante la codificación son equivalentes a los observados cuando disminuye el grado de “profundidad” del procesamiento de la información. Otra posibilidad es que la reducción de la atención disminuya la posibilidad de procesar la información en términos semánticos. Por su parte, los datos de Craik y Kester (2000) sugieren que la división de la atención durante la codificación, también afecta a factores directamente relacionados con los procesos de consolidación de la información vinculados al hipocampo y otras áreas temporales.

Efectos de la atención durante la codificación: pruebas neurobiológicas

Los resultados de numerosos estudios han mostrado que el perjuicio de la codificación al reducir la atención se observa específicamente en las áreas implicadas en los procesos de codificación, pero no en las relacionadas con la recuperación. Por ejemplo, Lidaka *et al.* (2000) pidieron a los participantes de su estudio que realizaran una tarea de aprendizaje de pares de palabras presentadas visualmente mientras realizaban una tarea de discriminación del tono de sonidos (atención dividida) o bien de forma aislada (condición de atención total). Los autores encontraron que el empeoramiento de la ejecución de la tarea principal en condiciones de atención dividida se traducía en un decremento de la actividad observada en las áreas frontales del hemisferio izquierdo implicadas en la codificación. Sin embargo, la recuperación no se veía perjudicada en condiciones de atención dividida, tal y como ponía de manifiesto el hecho de que la activación de las áreas implicadas en la recuperación no se viese reducida.

Codificación sin atención (no consciente)

Existen numerosos trabajos que ponen de manifiesto que la atención resulta fundamental para la codificación solo cuando el in-

dividuo tiene la intención explícita y consciente de aprender (aprendizaje intencional), lo cual ocurre cuando sabe que posteriormente deberá tratar de recuperar la información, tal y como ocurre en las típicas pruebas directas de memoria (reconocimiento, recuerdo...). Así, el uso de medidas indirectas de memoria indica claramente que la codificación y almacenamiento a largo plazo, al menos de ciertos aspectos de la información, puede tener lugar de manera implícita, es decir, sin el concurso de la atención y la intención del individuo (aprendizaje incidental). El estudio de Parkin *et al.* (1990) ilustra claramente esta idea. En su estudio, un grupo de participantes debía determinar si las frases presentadas tenían o no sentido, mientras determinaba el tono (alto, medio, agudo) de los sonidos que se les presentaba cada 3-7 segundos (condición de atención dividida); por otro lado, otros participantes realizaban únicamente la tarea de verificación de frases. Los autores hallaron que tras un período de 24 horas, el rendimiento de los participantes en una prueba de completar fragmentos era independiente de las condiciones de codificación. Sin embargo, solo aquellos participantes que habían realizado la tarea de verificación, lograban de mejor manera una tarea de reconocimiento frente a los participantes de la condición de atención dividida.

Para muchos autores, este hallazgo pondría de manifiesto que la información se codifica de manera automática (sin necesidad de atención). Sin embargo, los resultados de trabajos posteriores han cuestionado esta conclusión, sugiriendo que la atención también es necesaria cuando la codificación se evalúa de forma indirecta. En este sentido, algunos autores han propuesto que se necesita superar un determinado nivel de atención durante la codificación para que se puedan formar representaciones que se pongan de manifiesto en las pruebas indirectas de memoria. Del mismo modo, para poder observar efectos de la codificación en pruebas directas de memoria sería necesario superar un umbral de atención de mayor magnitud.

Codificación y organización de la información

Diversos estudios han demostrado que presentar la información organizada sobre la base de algún criterio facilita su retención y posterior recuperación. Sin embargo, normalmente la información no presenta ningún orden intrínseco, sino que es el propio individuo quien la organiza en función de diversos aspectos como, por ejemplo, las demandas de la tarea o las condiciones concretas de la situación. Tulving (1968) halló datos a favor de esta hipótesis al observar que los participantes de su experimento recordaban siempre en un orden similar los elementos que se les presentaban durante la fase de estudio, a pesar de que aparecieran ordenados de forma distinta en cada ocasión. Por tanto, el conocimiento previo del individuo, sus valores y expectativas ayudan a organizar la información de cara a su codificación y posterior recuperación.

En otras ocasiones, la organización de la información se basa en la formación de imágenes visuales. Las técnicas organizativas basadas en imágenes son diversas, por ejemplo, el “método de los lugares”, empleado desde la Antigüedad por oradores y políticos, consiste en asociar cada uno de los aspectos que se desea retener con los distintos espacios de un lugar conocido y “recorrer mentalmente” dicho lugar cuando se desea recuperar la información (por ejemplo: Cicerón) (véase el apartado “Desde la Antigüedad hasta el surgimiento de la psicología experimental” del tema 5).

Parece, no obstante, que la capacidad para formar imágenes visuales de la información que se quiere codificar depende de la naturaleza de dicha información. Así, según Paivio (1971), solo las palabras concretas permiten la formación de imágenes visuales. Sin embargo, estrategias diferentes a la formación de imágenes, como construir frases cortas que incluyan a cada uno de los elementos a memorizar o la secuenciación (organizar los elementos en un orden particular), también mejoran la retención. Según Bower (1972), tanto esta estrategia como la formación de imágenes, mejoran la re-

tención y la recuperación de la información porque aumentan su organización y cohesión.

Procesos de almacenamiento y retención

Introducción: codificación y retención

Codificar adecuadamente un evento es una condición necesaria para poder recuperarlo posteriormente, como también lo es su retención o almacenamiento hasta el momento de la recuperación. Los factores responsables del almacenamiento de la información codificada se han estudiado tradicionalmente desde una perspectiva neurobiológica. A este respecto, es posible afirmar que, en términos anatómicos y al menos en el caso de la información episódica, el mantenimiento a largo plazo parece depender de las estructuras que forman el sistema límbico, que podrían considerarse como una especie de “cuello de botella” a través del cual ha de “pasar” la información para poder consolidarse con éxito.

Factores y mecanismos implicados en la consolidación

El hecho de que factores como traumatismos, choques electroconvulsivos o el consumo de sustancias estupefacientes como el alcohol causen amnesia retrógrada de las experiencias inmediatamente precedentes constituye una prueba de que la información experimentada necesita un tiempo para consolidarse y almacenarse permanentemente.

Esta consolidación tiene lugar de forma gradual y se ha relacionado con el tipo de plasticidad sináptica subyacente a un efecto de laboratorio denominado “potenciación a largo plazo” (LTP) (del inglés *long-term potentiation*). La LTP se produce tras la exposición repetida y frecuente a un estímulo. Más concretamente, empieza a desarrollarse a partir de los 10 segundos tras presentar el estímulo y está totalmente presente después de 20-30 segundos, aunque es vul-

nerable al menos durante unos cuantos minutos. De hecho, cuando el estímulo se presenta con una frecuencia baja, se observan efectos contrarios a la LTP, denominados “depresión a largo plazo” (LTD) (del inglés *long-term depression*).

La LTP se ha observado principalmente en las membranas posinápticas de las células del hipocampo, el neocórtex, la corteza piriforme, la amígdala, el núcleo estriado, el cerebelo y la médula espinal, y en términos neuroquímicos, depende de procesos relacionados con los receptores N-metil-D-aspartato (NMDA) de las membranas sinápticas. Numerosos autores defienden que durante el aprendizaje y mantenimiento a largo plazo de la información, se producen patrones de actividad cerebral muy relacionados con los procesos neurales subyacentes a la LTP y la LTD. Es decir, se considera que al menos algunas formas de memoria se deben a los fenómenos neuroquímicos responsables de la LTP.

Además de los cambios neuroquímicos relacionados con la LTP y la LTD, la consolidación de la información también parece debida a diversos procesos de reorganización neural, muchos de los cuales tienen lugar durante el sueño paradójico o sueño REM. Entre estos cambios neurales destacan los siguientes: cambios estructurales en las conexiones sinápticas implicadas en la respuesta a la información, cambios relacionados con la competición axonal y pérdida de conexiones neurales previamente existentes.

Los núcleos septales y la amígdala influyen indirectamente en la consolidación, pues afectan a la actividad de las áreas cerebrales implicadas directamente en la consolidación. La intervención de la amígdala también explicaría que los eventos emocionales, que producen un elevado nivel de activación y que se caracterizan por favorecer la liberación de norepinefrina en la amígdala, se recuerden mejor que los que no producen tales niveles de activación. Este hallazgo pondría claramente de manifiesto la importancia del nivel de activación producido por la información de cara a que esta se consolide.

Otro conjunto de trabajos ha demostrado la importancia de la síntesis de proteínas, de cara a la consolidación a largo plazo de la información, especialmente la acetilcolina, que se produce en áreas del prosencéfalo basal.

Índices neurobiológicos del éxito de la codificación

Durante los últimos años se han publicado una serie de estudios de neuroimagen y ERP cuyos resultados demuestran que los elementos de información codificados de forma exitosa, es decir, los que se mantienen durante el intervalo de retención y son recuperados eficazmente, tienen rasgos neurales que los diferencian de aquellos que después no se recuperan. La lógica seguida por estos estudios consiste, fundamentalmente, en correlacionar la actividad cerebral observada durante la codificación inicial de cada elemento con el grado de eficacia con que dicho elemento se recupera posteriormente (efectos de memoria subsiguientes).

En concreto, este tipo de estudios ha hallado importantes diferencias entre los elementos que se recuperan posteriormente y los que no se recuperan a nivel de la actividad de las áreas parahipocampales, el hipocampo, la amígdala y la CPF inferior. Estas diferencias consisten, básicamente, en incrementos de los componentes positivos tardíos (en torno a los 300-400 milisegundos tras la presentación del estímulo) de los ERP registrados en estas áreas. De acuerdo con Mayes y Montaldi (2001), las distintas características de los elementos codificados y posteriormente recordados, con respecto a los que no lo son, puede deberse al grado de elaboración que reciben los primeros frente a los segundos. Esta elaboración parece depender de la actividad prefrontal inferior y la corteza temporal del hemisferio izquierdo, responsables de que la información sea procesada semánticamente.

Procesos de recuperación

En la actualidad, como ocurre en la gran mayoría de ámbitos de estudio de la cognición, se considera que la recuperación de información tiene un claro carácter constructivo, es decir, no es una simple repetición o “reaparición” de la información codificada y almacenada, sino la activación de una compleja cantidad de conocimiento general relevante a la situación

Relevancia de la atención durante la recuperación

Como en el caso de los procesos de codificación, que pueden tener lugar de manera intencional (explícita) o incidental (implícita), la recuperación de la información puede ser intencional (esfuerzo deliberado por acceder a información previamente codificada) o involuntaria (memoria implícita). En este último caso, la recuperación se pone de manifiesto porque la experiencia previa influye en la ejecución de forma indirecta, automática y no consciente.

Recuperación directa (intencional y con atención)

A pesar de que la mayor parte de los trabajos realizados en este ámbito sugieren que la atención es notablemente más importante durante la codificación (recuérdese lo visto en el apartado Efectos de la atención durante la codificación), diversos estudios han encontrado el hecho paradójico de que la realización de una tarea secundaria durante la recuperación se ve afectada por esta, lo cual sugiere que los recursos destinados a la realización de una tarea secundaria en condiciones de atención dividida se reducen debido a que estos se dedican a la recuperación, demostrando que esta también necesita recursos. A este respecto, Fernández y Moscovitch (2000) han propuesto que la recuperación solo se ve afectada por la reducción de la atención en aquellos casos en que, tanto los procesos de la recuperación como los subyacentes a la tarea secundaria destinada a reducir la atención, se realizan con material de naturaleza similar.

Recuperación indirecta (involuntaria y no consciente)

La evaluación de este tipo de recuperación se realiza mediante diversas tareas, entre las que destacan las pruebas de reconocimiento perceptivo de palabras o dibujos presentados muy brevemente, completar fragmentos de palabras, indicar si un objeto presentado brevemente es posible o imposible, si se trata de un objeto simétrico o asimétrico, etc. Por ejemplo, en la tarea de completar fragmentos, se proporciona al participante una lista de palabras para que realicen una determinada tarea (ejemplo: categorizarlas) y después, sin hacer referencia a la fase anterior, se le presentan fragmentos de palabras para que las completen con la primera palabra que se les ocurra. En estas condiciones se suele observar que los participantes completan estos fragmentos con palabras presentadas en la fase anterior con una probabilidad mayor que los individuos que no han sido expuestos a tales palabras.

Por tanto, en todas estas tareas, la recuperación no intencional de información se pone de manifiesto como efectos de *priming*, atribuidos tradicionalmente a la reactivación de la representación en memoria del estímulo causante de tal efecto. En cualquier caso, los efectos de *priming* no pueden atribuirse solo a la reactivación de representaciones estables de información, pues diversos estudios han mostrado que estímulos no representados previamente en la memoria (ejemplo: pseudopalabras o dibujos no familiares) también producen efectos de *priming*. Por tanto, parece claro que los efectos de *priming* en estos casos se deben a la existencia de otro tipo de mecanismos.

Una de las principales pruebas de que es posible recuperar información sin conciencia procede de los trabajos realizados con pacientes amnésicos (Parkin, 1996). Así, el empleo de medidas indirectas de memoria ha demostrado que estos pacientes pueden adquirir información. Por ejemplo, cuando ofrecemos un rompecabezas a uno de estos pacientes para que lo haga, no recordará que ese mismo

rompecabezas lo ha hecho antes. Sin embargo, tardará considerablemente menos tiempo en hacerlo que la primera vez.

Para ciertos autores, esta y las distintas disociaciones descritas anteriormente, sugieren la existencia de un único sistema de almacenamiento con diferentes modos de funcionamiento que dependen, básicamente, de que la atención esté involucrada (recuperación controlada y consciente) o no (recuperación automática o no consciente). Alternativamente, otros autores consideran que estos datos son una prueba más de que existen distintos sistemas de memoria, cada uno de los cuales daría lugar a efectos o manifestaciones de memoria diferentes.

Fallos en la recuperación: los “pecados” de la memoria

Aunque la recuperación de la información suele ser exitosa, en muchas ocasiones ello no es así. En algunos casos estos fracasos se deben a fallos en la codificación o a fallos en el “almacenamiento” de la información. Sin embargo, la inmensa mayoría de las veces constituyen fallos en la recuperación. En este sentido resulta relevante la distinción realizada por Ruiz Vargas (1997) entre la “sensación psicológica de olvido” (relacionada con los fallos en la recuperación) y el olvido “real” (pérdida de información) como resultado de la acción de determinados mecanismos encargados de liberar a la memoria de una sobrecarga de información (recuérdese lo expuesto en el apartado “Factores y mecanismos implicados en la consolidación” de este tema). Sin embargo, esta forma de olvido, por su carácter eminentemente biológico, no es experimentada conscientemente por el individuo.

Schacter (1999) distingue siete fallos de la memoria y los define en términos de “pecados” por considerar que no son más que el resultado natural (aunque desproporcionado) del carácter constructivo que caracteriza el funcionamiento habitual de la memoria (por ello, estos fallos son relativamente frecuentes en nuestra vida cotidiana).

na). Los “pecados” pueden ordenarse en dos grupos. El primer grupo es el de los *tipos de olvido*:

- Reducción de la accesibilidad de la información con el paso del tiempo.
- Ausencia mental (un problema para recuperar información debido a su procesamiento inicial superficial o falta de atención).
- El bloqueo (la información permanece temporalmente inaccesible). El fenómeno de “tener algo en la punta de la lengua” es uno de los ejemplos más comunes de bloqueo. Este fenómeno se caracteriza por la incapacidad para recuperar información y tener simultáneamente la seguridad de que esta se tiene, así como la impresión de que se va a ser capaz de recuperarla de manera inminente.

Al segundo grupo se lo denomina *distorsiones de la memoria* y son:

- Las atribuciones incorrectas del origen de los recuerdos.
- La sugestión (recuerdos formados en el momento mismo de la recuperación).
- Los sesgos (distorsiones retrospectivas e inconscientes en el momento de la recuperación por influencia de nuestro conocimiento y expectativas previas).
- La persistencia (incapacidad patológica para dejar de recordar algún elemento de información, generalmente un episodio traumático, en contra de la voluntad propia).

Distorsiones de la memoria: recuerdos falsos

Los recuerdos falsos hacen referencia a casos de recuperación inadecuada de información, en tanto que el individuo afirma recordar eventos que no ocurrieron en realidad. La naturaleza de los recuerdos falsos se ha estudiado principalmente mediante el procedimiento desarrollado por Roediger y McDermott

(1995). En este procedimiento, se presentan al individuo listas de palabras pertenecientes a una determinada categoría para que las memoricen. Posteriormente, en la fase de prueba, se suele encontrar que el participante recuerda (con bastante “seguridad” de ello) elementos pertenecientes a dicha categoría que en realidad no estaban presentes en la fase de adquisición. Este hecho parece asociado al denominado “efecto de la relación”: la experiencia con elementos relacionados entre sí hace probable que, posteriormente, también se recuperen otros elementos relacionados pero que no aparecían originalmente.

Los factores implicados en el establecimiento de recuerdos falsos también se han estudiado mediante el denominado “efecto de la desinformación”. Este efecto, muy presente en el ámbito de los testigos presenciales, se produce cuando el individuo experimenta o se le ofrece información “engañosa” entre la codificación inicial de un evento y su posterior recuperación. En estas condiciones, se suele hallar que el recuerdo se “distorsiona” y se “amolda” a la información sugerida. Es importante tener en cuenta que la información sugerida no solo puede distorsionar recuerdos previos, sino que es capaz de originar recuerdos nuevos que, obviamente, son falsos. Es más, imaginar una determinada experiencia o soñarla también puede hacer que posteriormente se la recuerde como vivida realmente.

Origen de los recuerdos: control de la realidad

Actualmente se considera que una de las principales razones de que se produzcan recuerdos falsos es la incapacidad del individuo para determinar correctamente si los recuerdos se corresponden con experiencias reales o con experiencias que solo fueron imaginadas. Johnson y Raye (2000) denominaron a esta capacidad “control de la realidad”. El proceso de control de la realidad suele funcionar adecuadamente debido a que los recuerdos correspondientes a hechos experimentados realmente y los recuerdos de experiencias no vividas son cualitativamente distintos. Más concretamente, los recuerdos de hechos reales son, generalmente, más vívidos porque contienen más

características sensoriales (colores, sabores, detalles visuales, etc.) y contextuales (lugar, tiempo, estado emocional, etc.) que los recuerdos correspondientes a experiencias imaginadas. Por otro lado, los recuerdos correspondientes a hechos no acontecidos se caracterizan por contener más información sobre operaciones cognitivas (generación de imágenes, razonamiento, etc.).

De estos planteamientos se deduce que las características con que se describe un determinado recuerdo, también pueden servir para que otras personas juzguen el grado en que el origen de dicho recuerdo se ha determinado adecuadamente (control de la realidad interpersonal). Este aspecto es especialmente importante en el caso de las declaraciones de testigos presenciales. De hecho, es posible “entrenar” a las personas para detectar adecuadamente las características que distinguen los recuerdos reales de los imaginados o sugeridos a partir de sus testimonios. Sin embargo, en ocasiones las condiciones perceptivas de un evento real no son idóneas, lo cual hace que las características de sus recuerdos se aproximen más a las de los recuerdos de un evento imaginado. Asimismo, en otras ocasiones los recuerdos correspondientes a experiencias no vividas pueden tener características típicas de los recuerdos de hechos reales. Así, por ejemplo, una imagen generada mentalmente puede llegar a adquirir, si el individuo se “recrea” en ella repetidamente o si es recuperada un número elevado de veces, un considerable número de detalles sensoriales y contextuales que la harán especialmente vívida y aumentarán la probabilidad de atribuirle erróneamente un origen “real”. A ello se une el hecho de que la accesibilidad a los distintos aspectos del recuerdo de un episodio (ejemplo: la información relativa a los procesos cognitivos relacionados con dicho recuerdo) es variable y, además, cambia de distintas formas con el tiempo. Así, parece que la información sobre los procesos cognitivos realizados en torno a una determinada experiencia (ejemplo: recordar que la información relativa a un determinado episodio fue imaginada) es menos duradera que la relativa a las características perceptivas.

Una premisa básica de la teoría sobre el control de la realidad es que los recuerdos falsos se forman a partir de los mismos mecanismos que producen los recuerdos verdaderos. Por ello, los factores que afectan a la formación de estos también actúan en el caso de los recuerdos falsos. Así, por ejemplo, los factores que alteran la codificación impidiendo la unión de diversos aspectos durante la misma, producirán recuerdos distorsionados porque en la codificación del evento no se incluirán aspectos que sirvan posteriormente para identificar la fuente del recuerdo. Los fallos en el control de la realidad también pueden deberse a factores relacionados directamente con el momento de la recuperación. En general, ello ocurre cuando el individuo no se centra en aspectos útiles o diagnósticos del origen del recuerdo.

Por su parte, Roediger y McDermott (2000) han enfatizado que una de las principales causas de que los recuerdos de eventos imaginados lleguen a cobrar características propias de los recuerdos de hechos reales, es la recuperación repetida de la información. El efecto de la recuperación repetida se basa en el hecho de que cada vez que se recupera un elemento de información se actualiza y modifica su representación. En ocasiones, la recuperación repetida tiene efectos positivos, pues aumenta la probabilidad de que esta recuperación sea exitosa en ocasiones posteriores. Sin embargo, en otros casos recuperar un determinado elemento de información tiene el efecto paradójico de reducir la probabilidad de que información asociada con dicho elemento pueda recuperarse (olvido inducido por la recuperación). La memoria de destello, es decir, la capacidad de recordar fiablemente experiencias vitales que resultaron especialmente sorprendentes y/o emocionalmente relevantes para un individuo, también se ha asociado con la recuperación repetida.

Los fallos del control de la realidad parecen capaces no solo de explicar las distorsiones “normales” de la memoria, sino también otros errores en la recuperación como, por ejemplo, la criptomnesia (plagio inconsciente) o el efecto de ilusión de la verdad (aumento en

la confianza de que una determinada afirmación es cierta debido a que es repetida muchas veces). Asimismo, según Ruiz Vargas (1997), algunos de los síntomas de la esquizofrenia (demencias, delirios...) y todos aquellos estados mentales caracterizados por la presencia de alucinaciones, obsesiones y confabulaciones, podrían deberse a fallos en el control de la realidad. Estos fallos parecen estar muy relacionados con las anomalías atencionales que presentan estos individuos. Esta propuesta es acorde con observaciones como las siguientes:

- La eficacia de las personas normales para determinar el origen de sus recuerdos, que se reduce cuando la codificación tiene lugar en condiciones de atención dividida.
- Las personas con alteraciones frontales, que muestran una mayor presencia de errores en el origen de los recuerdos.
- Las personas mayores, en las que el funcionamiento de las áreas frontales íntimamente relacionadas con el control atencional se encuentra mermado. En ellas también se observa mayor número de errores en el origen de los recuerdos.
- Los resultados de estudios con ERP y de RMf, que han hallado activación en las áreas frontales durante la realización de tareas de control de la realidad.

Controlar el origen de los recuerdos es especialmente importante en el ámbito de los testimonios de testigos. En este caso, la información engañosa consiste, fundamentalmente, en toda aquella que el testigo experimenta tras el episodio presenciado, por ejemplo, conversaciones con la policía, interrogatorios, noticias en los medios, etc. Así, un testigo puede identificar erróneamente a un individuo como el autor del delito que ha presenciado, por el mero hecho de haberlo visto en otro lugar y/o momento próximos al del delito (transferencia inconsciente). Conocer las circunstancias en las que es más probable que se produzcan errores en el control del origen de los recuerdos de testigos es de una vital importancia, entre otras razones, porque los testigos (y lo que es más importante: los jueces)

suelen confiar en gran medida en la certeza de sus declaraciones, incluso cuando estas son erróneas.

Sistemas de la memoria a largo plazo

La forma de exponer la MLP en el presente módulo de aprendizaje, vertebrada fundamentalmente en torno a los procesos de la memoria, contempla en todo momento la idea de que existen diversos sistemas de memoria (elementos cognitivos estructurales) que operan a través de una serie de procesos (codificación, almacenamiento y recuperación).

Esta postura es compartida actualmente por muchos investigadores. Según Schacter y Sherry (1987), un sistema de memoria es “una interacción entre mecanismos de adquisición, retención y recuperación caracterizados por unas reglas de funcionamiento determinadas”. En una línea similar, Squire (1993) afirma que “la memoria no es un sistema unitario, sino que consiste en varios sistemas que dependen de áreas y conexiones cerebrales distintas”.

De entre las principales propuestas realizadas sobre los sistemas que forman la MLP, aquí nos vamos a centrar en las dos más relevantes: la de Schacter y Tulving (1994) y la de Squire (1993). A esta última la revisaremos en el tema 8.

La propuesta de Schacter y Tulving (1994)

Schacter y Tulving (1994) mantienen que la MLP puede dividirse en cuatro grandes sistemas, uno de los cuales estaría basado en la acción y los otros tres serían representacionales (su intervención se traduce en el almacenamiento de representaciones sobre estados del entorno). Así tenemos:

- *Memoria procedimental*: es el sistema relacionado con el conjunto de habilidades de las que dispone el individuo (ejemplo: escribir, leer, conducir...). Este sistema es el más

antiguo en la escala evolutiva y se le considera no declarativo porque se pone de manifiesto fundamentalmente a través de la acción. Por ello, la memoria procedimental se evalúa habitualmente de forma indirecta, pues no requiere el acceso consciente a la información. Según Schacter *et al.* (2000), el substrato neural subyacente a la adquisición de habilidades relacionadas con la memoria procedimental, se pone de manifiesto como cambios en las áreas cerebrales implicadas en la realización de una determinada tarea a medida que aumenta la práctica. Por ejemplo, el aumento de la práctica en tareas motoras o visomotoras, se traduce en un incremento de la actividad registrada en el área motora suplementaria y la corteza motora primaria.

- *Memoria episódica*: este sistema de memoria —que sería el más “tardío” en términos evolutivos— permite mantener el conocimiento relativo a nuestras experiencias autobiográficas, es decir, eventos que tuvieron lugar en momentos precisos de nuestra vida. Como afirman Tulving y Le-Page (2000), la memoria episódica permite hacer lo que ningún otro sistema de memoria: viajar hacia atrás en el tiempo. En relación con estas ideas y por contraposición al concepto de memoria episódica, en ocasiones se utiliza el concepto “memoria prospectiva” para hacer referencia a la capacidad de recordar hacer cosas en el futuro. Por otra parte, también es posible hablar de ciertos aspectos de la memoria episódica en términos de memoria autobiográfica, sin embargo, definir este concepto también resulta notablemente difícil.
- *Memoria semántica*: este sistema es el que permite retener el conjunto de conocimientos sobre hechos e ideas que el individuo adquiere a lo largo de su vida. Aunque existen bastantes nexos entre este sistema y la memoria episódica (normalmente la información episódica incluye aspectos semánticos; la información semántica se codifica inicial-

mente a partir de episódicos), existen diversas pruebas de que ambos son sistemas distintos.

- *Sistemas de representación perceptiva (PRS)* (del inglés Perceptual Representation System): estos sistemas mantienen información acerca de distintas características de los estímulos en cada una de las modalidades sensoriales, información que puede servir subsiguientemente de *output* para la memoria episódica. Más concretamente, los PRS son sistemas precategoriales dependientes de mecanismos corticales implicados en la expresión no consciente de la memoria en tareas indirectas (efectos de *priming* perceptivo o no conceptual) y en el reconocimiento de la información.

¿En qué consiste un sistema de memoria?

Actualmente se considera que para establecer la existencia de un sistema de memoria es necesario que se den una serie de condiciones. Schacter y Tulving (1994) han especificado una serie de criterios que pueden ser útiles para la delimitación de los distintos sistemas de memoria:

- La inclusión de clase, es decir, el hecho de que un sistema de memoria concreto permita realizar una determinada clase de tareas. Por ejemplo, la memoria semántica y la memoria episódica están relacionadas específicamente con el ámbito del conocimiento general y las experiencias personales respectivamente. Por eso, cada una de ellas se puede ver afectada selectivamente por diversas variables (experimentales, neurológicas, etc.).
- Cada sistema de memoria ha de estar delimitado por una serie de características o propiedades particulares (tipo de información que procesan, reglas de funcionamiento, substratos neurales, cometidos del sistema, etc.) que, además de caracterizarlo, permitan considerar sus relaciones con otros sistemas. Siguiendo con el ejemplo anterior, la

memoria semántica y episódica se diferencian por una serie de características, por ejemplo: el grado en que dependen de aspectos contextuales (poco en el caso de la memoria semántica y mucho en el de la memoria episódica) o por su susceptibilidad a la interferencia (mayor en el caso de la memoria episódica frente a la semántica).

- El hallazgo de disociaciones, es decir, efectos diferentes por parte de variables distintas, como es el caso de las lesiones neurológicas de los pacientes amnésicos, que afectan a la memoria declarativa pero no a la procedimental.
- Una de las pruebas más sólidas a favor de la existencia de distintos sistemas de memoria es la neurobiología, es decir, el hallazgo de que las distintas áreas cerebrales relacionadas con la memoria están implicadas en aspectos distintos de la misma. Este tipo de hallazgos es acorde con la propuesta de Tulving (1983) de que los diferentes sistemas de memoria han surgido en momentos distintos, en el curso de la evolución humana.

La alternativa a los sistemas: la propuesta procesual

Actualmente, numerosos autores defienden una perspectiva procesual de la memoria. Esta propuesta, supuestamente, es más parsimoniosa que la de los sistemas, ya que considera la memoria como un sistema unitario que funciona de manera distinta en cada caso y que, por ello, produce resultados diferentes (tipos de memoria) en función del tipo de prueba empleada para evaluarla. Así, los partidarios de esta perspectiva consideran que la diferencia básica entre las pruebas directas y las indirectas es que las primeras son más difíciles, lo cual explicaría uno de los datos más sólidos para la perspectiva de los sistemas: los problemas selectivos de los pacientes amnésicos para realizar pruebas directas de memoria sin mostrar perjuicio a la hora de evaluar la memoria de forma indirecta.

En general, los defensores de la perspectiva procesual critican a los partidarios de los sistemas en diversas formas. En primer lugar, estos autores ponen de manifiesto la variabilidad existente entre los propios defensores de los sistemas de memoria a la hora de especificarlos y establecer sus características distintivas, incluso a nivel neurobiológico. Esta dificultad para definir de manera precisa los sistemas de memoria tiene el peligro de producir un sinfín de sistemas y subsistemas de memoria. En segundo lugar, los partidarios de la perspectiva procesual mantienen que el hallazgo de diversos tipos de disociaciones no es un argumento crucial para defender la existencia de diversos sistemas y apoyan su afirmación en dos premisas: la primera es que muchas de las disociaciones halladas podrían estar relacionadas directamente con factores de tipo metodológico, por ejemplo, variables no controladas que podrían ocasionar los distintos tipos de resultados hallados en cada tipo de tarea; la segunda es que las disociaciones también pueden explicarse desde una perspectiva procesual. Así, la ejecución observada en las pruebas directas e indirectas de memoria depende del grado en que, los procesos que tuvieron lugar durante la codificación de la información, se correspondan con los implicados en dichas tareas (conceptuales en las pruebas directas y perceptivos en las pruebas indirectas; recuérdese lo expuesto en el apartado “La teoría de la transferencia apropiada del procesamiento” de este tema).

En cualquier caso y sin restar importancia a estas perspectivas, la postura de los sistemas de memoria mantiene una posición fuerte en la actualidad, especialmente debido al notable apoyo que supone la convergencia de resultados de tipo comportamental, cognitivo y —durante los últimos años— neurobiológico. Asimismo, cada vez se acepta más la idea de que la perspectiva de los sistemas y la procesual son complementarias más que incompatibles; así, mientras que la perspectiva de los sistemas se focaliza en determinar redes de estructuras que participan en dominios relativamente amplios, la perspectiva procesual se centra en las operaciones componentes específicas relacionadas con el funcionamiento de cada uno de estos sistemas.

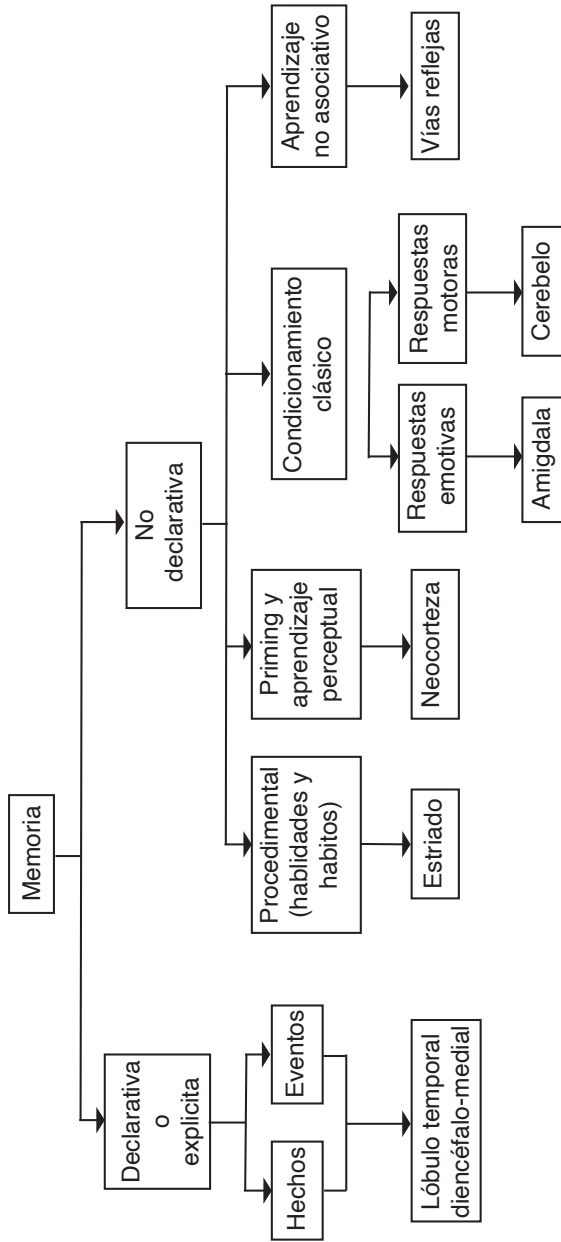
Memoria declarativa y no declarativa

La propuesta de Squire (1993)

De acuerdo con Squire *et al.* (1993), la MLP se divide en dos sistemas: la memoria declarativa (explícita) y la memoria no declarativa (implícita). La *memoria declarativa* se caracteriza por su carácter consciente y es capaz de ser expresada: una persona puede “saber” qué información ha sido almacenada y a partir de eso puede evocar el recuerdo y verbalizarlo. Dentro de la memoria declarativa encontramos dos tipos más de memoria: la *memoria semántica* y la *memoria episódica*. Por su parte, la *memoria no declarativa* se refiere a información almacenada a la cual el individuo no puede acceder conscientemente. La memoria no declarativa conlleva un proceso de adquisición relativamente largo y opera de forma bastante inflexible. Dentro de este grupo de sistemas no declarativos (implícitos) se encontraría un sistema implicado en el aprendizaje de habilidades y hábitos, un sistema subyacente a los efectos de *priming*, los sistemas de condicionamiento clásico de respuestas emocionales y motoras, y varios sistemas implicados en los diversos tipos de aprendizaje no asociativo (figura 21). En este mismo modelo, Squire (2004) identifica las estructuras cerebrales involucradas en cada uno de los tipos de memoria.

Figura 21

Modelo de los sistemas de la memoria de Squire



Nota. Tomado de Squire, 2004.

El paciente HM

Los estudios relativos a la memoria declarativa se remontan a los años 50 del siglo XX, con el famoso caso del paciente HM. Este paciente presentaba desde los 10 años ataques epilépticos que fueron afectando gravemente su vida e iban empeorando con el tiempo. Había días en que podía tener hasta diez. A pesar de haber logrado graduarse de la preparatoria, al paciente HM se le dificultaba mantener un trabajo por sus constantes ataques y los medicamentos no estaban generando mejorías. Esto llevó a que en el año 1953 el paciente HM y su familia decidieran aceptar la propuesta de una intervención quirúrgica que involucraría la extirpación de regiones del lóbulo temporal medial que, por la magnitud de la gravedad de su cuadro, incluyó dos terceras partes del hipocampo, casi toda la amígdala y algunas partes de regiones corticales como la corteza parahipocampal, la corteza entorrinal y la corteza perirrinal (Corkin *et al.*, 1997).

Luego del procedimiento, el paciente HM desarrolló un tipo de amnesia llamada anterógrada, que le impedía formar nuevos recuerdos. Ya no podía adquirir nueva información porque esta desaparecía rápidamente, es decir, el paciente podía seguir una conversación con una persona, pero en el instante en que desviaba su atención, olvidaba absolutamente todo, como si no quedara ningún rastro de lo que habían estado conversando. Lo interesante del cuadro del paciente HM es que mantenía todos sus recuerdos del pasado (aproximadamente hasta dos años antes de la operación), su personalidad era la misma e incluso su coeficiente intelectual aumentó (probablemente por la capacidad de atención que ahora, al no tener los ataques, era mejor).

Este caso despertó el interés por conocer mejor cómo funciona la memoria declarativa que, por lo general, tiende a sostenerse en el tiempo y permite dotar de contexto a la vida de las personas.

Memoria semántica

Hablamos de memoria semántica cuando la información que se recolecta está relacionada al conocimiento general del mundo y

de las cosas, es decir, este tipo de memoria es “general” y no tiene necesariamente un tipo de información característica, ya que podría incluir desde saber que el sol sale en el día y la luna en la noche, hasta saber el nombre de los reyes de España. Por lo tanto, este tipo de memoria es consciente y se puede evocar independientemente de que existan referencias espaciales o temporales que ayuden a recuperar la información. Si yo te preguntara, ¿recuerdas cuándo aprendiste los colores? Tal vez la respuesta sea “no sé cuándo específicamente, pero probablemente fue en la escuela, cuando era muy niño”. Esto refleja su falta de contextualización temporal que, para varios científicos, pone en duda su categoría de “memoria”. A esto se suma que varios estudios con pacientes amnésicos no reportan una pérdida de la memoria semántica, haciendo considerar a los científicos si es que en verdad el “saber de las cosas” podría constituir un tipo de memoria, ya que no implica un recuerdo como tal.

Para comprender mejor por qué no se producen afectaciones de la memoria semántica en pacientes amnésicos, debemos remitirnos a los estudios de neurociencias. Varios expertos han identificado que la memoria semántica tiene una particularidad que es que depende de la modalidad de información. La modalidad de información puede ser entonces perceptiva (cualquiera de los sentidos) o motora, además, ellas pueden interactuar entre sí para consolidar de mejor manera los contenidos.

Modalidad perceptiva

Se refiere a toda información que es adquirida por los sentidos (vista, audición, gusto, olfato y tacto). Cuando ingresa un estímulo sensorial, esta es convertido en señales eléctricas que viajarán a través de los nervios para conectarse con las neuronas que ayudarán a procesar y decodificar esta información. Cada uno de estos sentidos tiene su región cerebral donde se procesará la información, se contrastará con la información previamente almacenada y se integrará posteriormente con la información recolectada y almacenada de los otros sentidos. Es

por esto que, entre más sentidos se vean involucrados en la adquisición de una información, mayor serán las probabilidades de que esta se consolide. Por eso, muchos profesores en las escuelas utilizan técnicas como canciones para favorecer la consolidación de información y facilitar el aprendizaje de las cosas que estos niños sabrán por el resto de sus vidas. En estas técnicas, entonces, aprovechan estímulos visuales (ver los colores) y estímulos auditivos (las canciones).

Procesamiento visual

Cuando observamos una vaca, por ejemplo, primero la información deberá llegar a la corteza visual primaria donde será registrada conscientemente (es aquí donde somos consciente de que hemos visto un animal). Luego la información debe dirigirse a la corteza de asociación visual donde se procesará información más compleja sobre color, forma, movimiento, etc. Aquí se podrá identificar que en animal es de color blanco con negro, tiene cuernos, tiene una ubre, tiene cola, tiene gran tamaño, etc. Una vez que ocurre esto, esta información es contrastada la información almacenada previamente y se realiza una especie de búsqueda como si fuese un archivador, donde podremos identificar si lo que estamos observando es un objeto, un animal, una fruta, etc. Y luego profundizar. En este caso hemos identificado que es un animal y podemos saber que es una vaca porque, a diferencia de otros animales como los perros o los gatos, tiene cuernos, tiene una ubre y tiene un mayor tamaño. Esto ocurre no solo con objetos sino también con lugares y personas. Por eso cuando vemos nuevamente a una vaca decimos que la “reconocemos”. Porque ya la hemos “conocido” antes. Si nunca hemos observado una vaca antes, entonces no podremos identificarla a pesar de que captemos todas sus características.

Modalidad motora

La modalidad motora implica el conocimiento de cómo saber hacer las cosas que involucran la comprensión de la ejecución de una

serie de pasos para lograr algo. Por ejemplo, cuando una persona aprende a colocar un clavo. Esta persona ha almacenado la información sobre cómo colocar un clavo, en regiones cerebrales corticales involucradas en la planificación y ejecución de dicha actividad motora. Estas áreas, ubicadas en el lóbulo frontal, son: la corteza premotora y la corteza motora primaria respectivamente. Siempre y cuando la persona pueda explicar cómo se realiza el acto motor, se constituirá como una memoria declarativa semántica. Si la persona automatiza el movimiento, puede perder la necesidad de la consciencia para recuperar dicha información y, entonces, la memoria podría convertirse en no declarativa. Un ejemplo de esto sería un paciente con amnesia que podría no recordar cómo colocar un clavo si le pedimos que nos explique (pérdida de memoria semántica), pero en caso de necesitar —sin darse cuenta— podría ponerse a colocar clavos para arreglar una pared.

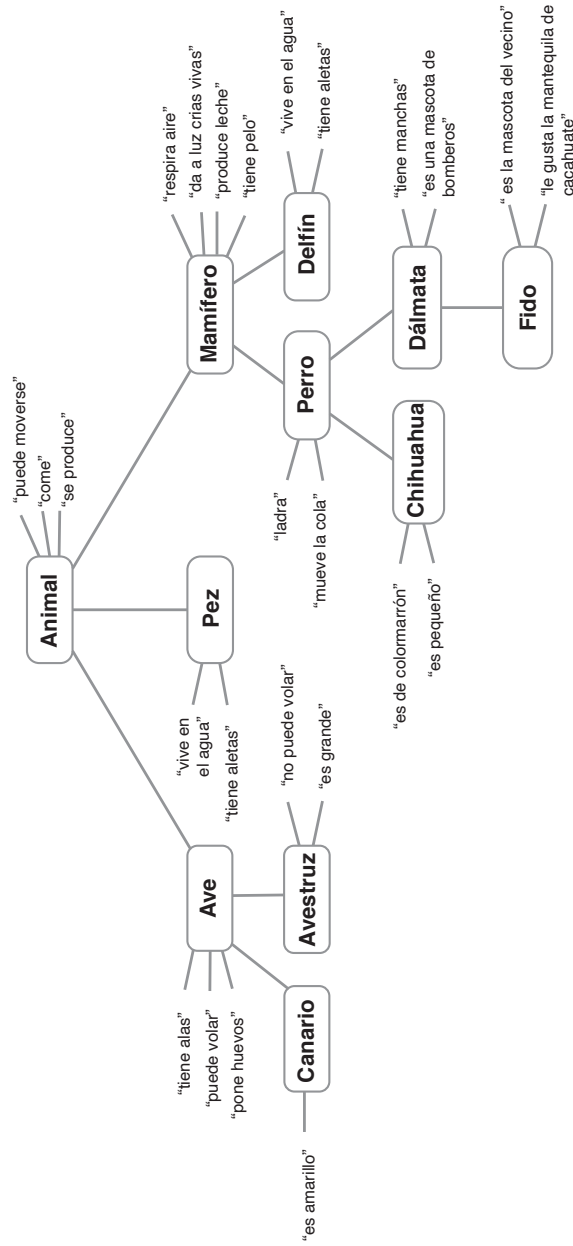
Modelos de la memoria semántica

Modelo de la red semántica jerarquizada

El modelo más conocido de memoria semántica es el realizado por Ross Quillian en 1967, pionero de la IA, quien sugirió que la memoria semántica se organiza en forma de redes de conceptos u objetos llamados “nodos”, que se conectan entre sí de acuerdo a las asociaciones y/o características de ese concepto u objeto. Por ejemplo, en la figura 22 se puede observar que el nodo “pez” se conecta con las características “vive en el agua” y “tiene aletas”. Por lo tanto, en nuestro cerebro codificamos esto de la siguiente manera: “Los peces viven en el agua y tienen aletas”. De igual manera, nuestros nodos se organizan jerárquicamente, por lo que el nodo “pez” forma parte de un nodo más grande que es el nodo “animal”, y también hay nodos inferiores como en el caso del nodo “ave” y los nodos “canario” y “avestruz”, que se refieren a clases de aves. A esto se le llama red semántica jerarquizada.

Figura 22

Red semántica jerarquizada



Nota. Adaptado de Collins y Loftus, 1975; Collins y Quillian, 1969; Quillian, 1967.

Por consiguiente, cada vez que alguien nos pregunta “¿los delfines viven en el agua?”, lo que debemos hacer es entrar en nuestra red y buscar si el nodo “delfín” tiene alguna conexión con “vive en el agua”. En este caso, podemos identificar rápidamente que sí. Pero si nos preguntan “¿los chihuahuas producen leche?”, tendríamos que ubicar el nodo “chihuahua” y comenzar a movernos a través de los nodos superiores hasta encontrar la conexión correspondiente para, en este caso, confirmar que los chihuahuas sí producen leche. Este modelo, por tanto, explica por qué nos demoramos más en responder unas preguntas que otras. El tiempo será directamente proporcional a la distancia entre un nodo y otro nodo dentro de la red. Por lo tanto, la respuesta a la pregunta “¿los canarios son amarillos?” tomará menos tiempo para responder que la pregunta “¿los canarios se reproducen?”.

Las redes semánticas también pueden incluir reglas particulares que representen exclusiones. Por ejemplo, si pensamos en el nodo “avestruz”, pertenece a los nodos “ave”, “tiene alas” y “puede volar”, sin embargo, podemos incluir una regla con una excepción para decir: “Los avestruces son aves de gran tamaño que, a pesar de tener alas, no pueden volar”.

Existen otros factores que pueden explicarse a partir de este modelo. Por ejemplo, hay nodos a los que el acceso se hace más fácil como el nodo “perro”. Estos nodos de fácil acceso se llaman “niveles básicos” (Mervis y Rosch, 1981). Estos niveles básicos no son innatos, sino que son aprendidos a partir de las experiencias y la exposición que tenga una persona hacia determinado concepto u objeto. Por lo tanto, estos niveles básicos pueden ser entrenados para adquirir un especial conocimiento sobre un nodo en particular. El nodo “perro”, por ejemplo, constituye un nivel básico porque la mayoría de las personas ha tenido contacto con perros, los ha visto o incluso los tienen de mascotas; pero si pensamos en el nodo “mamífero” no tiende a ser un término que empleemos mucho fuera de una clase de biología. Lo mismo ocurre con los nodos “chihuahua” o “dálмата”, a menos que tengamos mucho contacto con estas razas o nos especialicemos en

ellos, como puede ser el caso de un criador de estas razas. En ese caso, la raza en la cual se especializa podría ser un nivel básico, incluso por encima del nodo “perro” (Tanaka y Taylor, 1991).

Constantemente, en nuestro día a día, estamos agregando nuevas conexiones a nuestra red y cada vez que se nos presenta un objeto podemos inferir información acerca de este, ahorrando tiempo y esfuerzo. Imaginemos el caso de Fido, el nuevo perro dálmata del vecino. Sin necesidad de conocer al perro, ya podríamos intuir varias cosas sobre él, entre ellas, que tiene manchas, ladra, mueve la cola, tiene pelo, respira, come, se reproduce, etc. También, podremos ir agregando nueva información relacionada solo a él, por ejemplo, su gusto por la mantequilla.

Modelo basado en las categorías

El modelo basado en las categorías de Caramazza y Shelton (1998), buscaba explicar por qué pacientes con lesiones cerebrales podían presentar dificultades para nombrar objetos inanimados o sin vida, mientras que cuando los objetos eran seres vivos como plantas o animales no existía ningún problema. Este modelo plantea que esto ocurre porque nuestros circuitos neuronales, producto de la evolución, han desarrollado caminos distintos para aquellos objetos que sean más relevantes para nuestra supervivencia. Esto facilitaría su recuperación y el reconocimiento sería más rápido y efectivo. Es así, que cada categoría de información es procesada en un lugar distinto del cerebro y nunca se superponen.

Para Caramazza y Shelton (1998) las representaciones del conocimiento de las cosas están distribuidas a lo largo de diversas regiones cerebrales dependiendo del tipo de modalidad sensorial. El problema es que existen pacientes que presentan dificultades que parecen trascender a las categorías o, incluso, el problema con una categoría es solamente parcial. Esto podría sugerir que la memoria semántica no tiene una organización puramente de categorías separadas, sino que implica mecanismos más complejos y entrelazados.

Modelo sensorial-funcional

Para resolver esta problemática aparece el modelo sensorial-funcional, que manifiesta que el conocimiento de las distintas categorías y objetos se basa en dos tipos de información: sensorial y funcional. La cantidad de información de la que dependa un objeto variará de acuerdo a las características del mismo (Farah y McClelland, 1991; Warrington y McCarthy, 1987). Por ejemplo, las representaciones de seres vivos podrían depender más de la información sensorial visual (una flor de color rosa), pero un objeto inanimado como un cuchillo dependería más de la información funcional de cómo se utiliza y para qué sirve. Esto explicaría por qué podría haber objetos de una misma categoría que puedan ser nombrados y otros que no. Sin embargo, este modelo sigue siendo muy simplista porque las alteraciones encontradas en pacientes pueden involucrar dificultades para nombrar objetos como si se tratase de algo arbitrario.

Modelo sensorio-motor

Es aquí que aparece el modelo sensorio-motor de Allport (1985) que plantea que la información sensorial no puede catalogarse como una unidad sino como varios atributos que pueden involucrar color, sonido, forma, textura, etc. Es justamente a partir de esta experiencia sensorial, que el individuo puede crear una representación de un objeto y serán estas mismas regiones cerebrales las que llevarán a cabo el registro y procesamiento de información. Por lo tanto, si yo observo un objeto, hay varias características visuales que podrían facilitarme el reconocimiento posterior de este objeto. Por ejemplo: si vemos un perro podríamos analizar su tamaño, su color y su forma, y la combinación de todos estos aspectos facilitarán la posterior recuperación del concepto necesitado (en este caso, la raza del perro), que estará almacenado en las mismas áreas visuales utilizadas para captar estas características. Incluso al tocarlo y escuchar su tipo de ladrido, la raza podría venir con mayor facilidad a nuestra cabeza.

Modelo de las características correlacionadas

No obstante, este modelo no explica si existen regiones cerebrales de un orden superior donde converjan los distintos tipos de información sensorio-motora y es aquí que aparece el modelo de las características correlacionadas (Gonnerman *et al.*, 1997; McRae *et al.*, 1997; Tyler y Moss, 2001). Para este modelo, los conceptos no se construyen solamente basados en información y características sensorio-motoras, sino también a partir de las experiencias que permiten generar atributos y la asociación entre los mismos. Por ejemplo: a un águila se le atribuyen características como “respira”, “tiene alas”, “es rápido”, mientras que un objeto como un zapato podría incluir características como “se usa en los pies”, “sirven para caminar”. Así, vamos ordenando los objetos de acuerdo a categorías en común o categorías diferenciales, entonces, podría pensarse en un ser vivo cualquiera y decir “también respira”. O se podría pensar en aves y decir “tienen alas”. Al contrario, los objetos inanimados se identificarán a partir de diferencias, los guantes “se usan en las manos” y no en los pies. A partir de estas asociaciones se va construyendo una red que permite inferir —en el futuro— con facilidad los conceptos. Por consiguiente, si el objeto es un ser humano, entonces respira, ¿por qué?, porque el ser humano es un ser vivo y todos los seres vivos respiran. No hemos visto a todos los seres vivos, pero hemos visto una gran cantidad y podemos inferir a partir de conceptos ya establecidos en nuestra mente.

Sustratos neurobiológicos de la memoria semántica

Martin *et al.* (1995) intentaron demostrar el modelo sensorio-motor utilizando escáneres PET para medir los cambios en el flujo de sangre en las distintas regiones cerebrales. Su estudio consistía en presentar palabras con colores y acciones a las personas para activar aquellos circuitos neuronales involucrados en el reconocimiento de este objeto. Los autores pudieron evidenciar que cuando la palabra era la de un color (por ejemplo: rojo) se activaba el lóbulo temporal ventral en partes anteriores a las involucradas en la percepción

visual del color. Mientras que cuando las palabras eran acciones (por ejemplo: caminar), se activaban regiones del giro temporal medial anterior a la región involucrada en la percepción del movimiento.

Estos mismos hallazgos fueron obtenidos por Chao y Martin (2000), quienes comprobaron que cuando los participantes veían o decían palabras relacionadas con la manipulación de objetos (por ejemplo: martillar) se activaban la corteza premotora ventral izquierda y la CP posterior izquierda, que son áreas involucradas en la planificación y ejecución del movimiento. Por lo tanto, cuando se lee una palabra cuya identificación y conceptualización recae más en sonidos, se activarán áreas relacionadas a la audición (por ejemplo: el nombre de una canción) y lo mismo pasará si leemos la palabra pizza, donde se activarán áreas relacionadas al olfato y al gusto.

Todas estas son evidencias de que efectivamente la memoria semántica involucra varias regiones cerebrales más, además de las ya conocidas como el hipocampo o el lóbulo temporal, que estarán determinadas por la modalidad de información sobre la que recae un objeto y los atributos que le vayamos asignando.

Expresión de la memoria semántica

La memoria semántica puede expresarse de distintas maneras diferentes a la modalidad en la cual se adquirió la información. Por ejemplo, si me preguntan “¿cómo es tu ciudad?”, podría expresarlo de varias maneras sea con descripciones verbales o tal vez con dibujos, a pesar de que nunca haya intentado emplear alguna de estas formas para explicar cómo es mi ciudad. Esto indica una gran flexibilidad a la hora de comunicar los contenidos conscientes que se encuentran almacenados en nuestro cerebro, aunque esto no es una característica única de la memoria semántica, sino que, como veremos más adelante, también ocurre en el caso de la memoria episódica.

Consolidación en la memoria semántica

La memoria semántica incluye el “saber” de las cosas, por lo tanto, el saber implica un proceso de consolidación de información para que no caiga en el olvido. Este “saber” de las cosas puede adquirirse con una sola exposición, pero hay ocasiones que son necesarias otras estrategias. Una de ellas es la mencionada en un apartado anterior (“Modalidad perceptiva”), donde la utilización de varias modalidades sensoriales puede favorecer el aprendizaje. Otra involucra la conexión de la palabra con conocimientos o saberes previamente adquiridos que simplemente involucrarían añadir un concepto más a la red que ya tenemos; por ejemplo, si una persona que habla español quiere aprender portugués, tal vez se le haga más sencillo que a una persona que solo habla noruego, porque el idioma español y el portugués tienen raíces latinas y muchas palabras suenan parecido, algunas son iguales e incluso el abecedario es el mismo con ligeras excepciones. Este conocimiento previo facilita la consolidación y el aprendizaje y resulta más sencillo adquirir el saber después de una sola exposición. No obstante, si al final, no hay muchas asociaciones con las que podamos conectar la nueva información dentro de nuestra red. Un método muy utilizado es la repetición o práctica que se obtiene al tener constantes exposiciones a la información (Linton, 1982).

Memoria episódica

Cuando hablamos de memoria episódica nos referimos a la información que podemos recordar sobre eventos autobiográficos, la cual se puede asociar con tiempos y/o lugares determinados lo que le proporciona un carácter de familiaridad al contenido de la información. En otras palabras, somos capaces de decir dónde y cuándo ocurrió un acontecimiento específico (Tulving, 2002). Por ejemplo, cuando estamos con nuestra familia o amigos y conversamos sobre las vivencias que hemos tenido juntos, recurrimos a nuestra memoria episódica para recordar cuando nuestro hermano se intoxicó o nos encontramos con algún famoso. Así, *cundo decimos memoria*

semántica hacemos referencia a cosas que “sabemos” (por ejemplo: el nombre del hotel donde nos quedamos), mientras que *cuando decimos memoria episódica hacemos referencia a cosas que “recordamos”* (por ejemplo: una cucaracha en la comida).

El carácter de autobiográfico es clave para comprender la naturaleza de este tipo de memoria. Cuando estamos en una reunión y nos cuentan una historia varias veces, podemos decir algún día “esa historia ya me la sé de memoria”. Nuevamente, el “saber” haría referencia a una memoria semántica que se ha fortalecido a partir del repaso constante (en este caso de escuchar la historia tantas veces). Para ser un “recuerdo” es necesaria una experiencia personal, por tanto, sin una consciencia del yo (llamada también autoconsciencia) no se podrán almacenar este tipo de memorias. En los pacientes con demencia, a medida que va avanzando la enfermedad, se va perdiendo la orientación en lugar, tiempo y persona, lo cual va dificultando también dotar de contexto a los nuevos eventos y brindarles este carácter de “autobiográficos”.

Otro aspecto relevante en lo concerniente a la memoria episódica es que, a diferencia de la memoria semántica, se aprende con una sola exposición, es decir, tenemos una experiencia y esta queda grabada en nuestra memoria. Efectivamente, esta puede irse borrando si no existe algún motivador para que se mantenga, pero si tiene alguna relevancia perdurará en el tiempo. En este caso, no se facilitará la evocación de la información a través del repaso, sino a través de claves contextuales. Por ejemplo, yo podría preguntar “¿compraste el pan?” y tú podrías responder “¿tenía que comprar el pan?”, yo podría entonces decir “pero te dije ayer” y tú me dirías “no me acuerdo que me hayas dicho, ¿a qué momento me dijiste?”. Esta última pregunta refleja nuestra necesidad del contexto para facilitar la memoria episódica.

En resumen, para que la evocación de un evento pueda ser considerada como memoria episódica, deben cumplirse los siguientes requisitos:

- Se recuperan detalles de un evento junto al contexto temporal y/o espacial de su ocurrencia.
- Existe consciencia auto-noética que permite la reexperimentación del evento.

Modelos de la memoria episódica

Los modelos de la memoria episódica se han basado principalmente en estudios de tareas que involucran reconocimiento y evocación de ítems particulares dentro de una serie. Recordemos que una tarea de reconocimiento implica observar una serie de ítems y, después de un tiempo determinado, responder si el ítem que se le muestra en frente pertenecía o no a la serie. Una tarea de evocación, por su lado, implica que el participante observe una serie de ítems y, luego de un tiempo especificado por el evaluador, comience a recuperar la mayor cantidad de ítems posibles pertenecientes a la serie.

Modelos explicativos del reconocimiento

Durante la ejecución de este tipo de tareas, a lo largo de los años, se han identificado dos efectos que subyacen los nuevos modelos de memoria episódica: el efecto espejo y el efecto nulo de la fuerza de la lista. El *efecto espejo* se refiere al hecho de que, si un participante tiene éxito en el reconocimiento de una clase de ítems pertenecientes a una lista, también tendrá éxito al identificar las clases de ítems que no formaban parte de esta lista. De igual manera, el *efecto nulo de la fuerza de la lista*, se refiere a que, a pesar de que haya ítems en la lista que tienden a ser más potentes (por ejemplo: la palabra “casa”, con la que estamos muy familiarizados) esto no influye en la precisión del reconocimiento posterior.

Modelos de emparejamiento global

Estos fueron los modelos dominantes por décadas (Gillund y Shiffrin, 1984; Hintzman, 1984; Humphreys *et al.*, 1989; Murdock,

1982). Su idea es simple: cada vez que se nos presenta un ítem, el mecanismo consiste en agarrar este ítem y compararlo con los restos de las representaciones que quedaban en la memoria de los ítems de la lista previamente mostrada. El principal problema por el que desaparecieron estos modelos fue la incapacidad de explicar el efecto espejo y el efecto nulo de la fuerza de la lista. Por lo tanto, la idea simplista del emparejamiento global fue desplazada por unas más complejas.

El modelo de la recuperación efectiva de la memoria (REM)

Según este modelo de Shiffrin y Steyvers (1997), cada ítem que se nos presenta en una lista es comparado con todas las representaciones almacenadas en la memoria. Las suposiciones principales de este modelo explican que este ítem no solo es incorporado a la memoria buscando recolectar evidencias de que ya ha sido percibido antes, sino que también se recolectan evidencias de que el ítem no se ha percibido antes. Además, al momento de tomar una decisión y dar una respuesta no solo se realiza un contraste entre los ítems de las listas, también se toman en consideración el conocimiento previo y los contextos que están conectados a estos ítems.

Estas dos suposiciones son las que permiten explicar el efecto espejo y el efecto nulo de la fuerza de la lista. Para explicar el efecto espejo pongamos como ejemplo una lista de palabras. En una lista de palabras siempre habrá palabras de alta frecuencia y baja frecuencia. Las palabras de alta frecuencia se refiere a aquellas a las que tenemos gran exposición en nuestras vidas y con las que estamos muy familiarizados (por ejemplo: la palabra “gato”). Por lo tanto, tendremos almacenada más información relacionada a ellas. Esto podría ser algo contraproducente, porque la familiarización que tenemos con esta palabra, en conjunto con nuestras expectativas sobre su posible aparición, podrían contribuir a que pensemos que tenemos más evidencias de que la palabra estaba presente en la lista a pesar de que esto no sea cierto.

Cuando hablamos de palabras de baja frecuencia, nos referimos a palabras con las cuales no estamos tan familiarizados (por ejemplo: onomástico), por lo tanto no existe un almacenamiento grande de información respecto a ellas. Como la representación de la palabra no es tan común y es menos esperada, genera un mayor contraste de información y esto podría facilitar la probabilidad de que acertemos en indicar que ha estado presente en la lista. Por consiguiente, la representación de esta palabra, en conjunto con las expectativas previas que teníamos de que aparezca, hacen que se produzca un efecto espejo relacionado a la frecuencia de las palabras, donde aquellas con menor frecuencia podrán reconocerse mejor como pertenecientes a la lista o como ausentes de la misma. Esto es consistente con los hallazgos experimentales.

Por otro lado, el REM también explica que tenemos un mecanismo de actualización que se fortalece mediante la repetición. Así, entre más se repita una palabra, mayor probabilidad hay de que se almacene su representación. De igual manera, a esta palabra se la dotará de contexto y esto anulará cualquier diferenciación que pueda establecerse entre palabras, confirmando el efecto nulo de fuerza de la lista. Esa hipótesis se basa en el principio de diferenciación, que establece que entre más información tengamos de un ítem, mayor será la facilidad a la hora de reconocerlo sobre.

Modelos de contexto-ruidoso

Estos modelos fueron desarrollados también con el objetivo de abordar la problemática que presentaban los modelos de emparejamiento global, sin embargo, su aproximación fue totalmente distinta. Dennis y Humphreys (2001) propusieron que cuando se le presenta una lista de ítems a una persona, lo que hace no es comparar ese ítem con los otros, sino que compara el contexto de la prueba con los contextos previos en los cuales se encontró el ítem. Esto quiere decir que, si los contextos recuperados del ítem concuerdan con los del contexto de la prueba, entonces existe el reconocimiento.

Esto se basa en el hecho de que el único factor que contribuye como evidencia para la memoria es el contexto. Así, no tiene ninguna relevancia la fuerza del ítem, porque lo que importa son los contextos (explicándose así el efecto nulo de fuerza de la lista).

Por otro lado, el efecto espejo de la frecuencia de palabras se explica bajo el supuesto de que entre más común sea una palabra, contará con más contextos que podrían interferir con la habilidad de aislar el contexto de la prueba, resultando en errores.

A pesar de la aparente lógica de este modelo, tiene muchas limitaciones a la hora de explicar cómo afectan las interferencias en los resultados de las pruebas y no termina de esclarecer el efecto espejo cuando los contextos son diversos para un mismo ítem.

El modelo REM, por lo tanto, sigue siendo el más aceptado y permite explicar por qué, cuando contamos algún evento de nuestra vida a las personas constantemente, este se mantiene activo. Lo que estamos haciendo es reexperimentar nuevamente ese evento consolidando la huella mnémica que este dejó. Por el contrario, cuando el evento no se reexperimenta constantemente, es muy probable que caiga en el olvido o que se mezcle con otros recuerdos. Por ejemplo: cuando contamos una historia después de un largo tiempo, podemos confundir el orden de los sucesos o cambiar las personas y lugares donde acontecieron.

Modelos de evocación

Las tareas de evocación pueden ser de dos tipos: con clave o sin clave. *Con clave* se refiere a que se parean palabras (por ejemplo: ratón-pera) y después se le dice al participante la palabra ratón y se espera que este responda pera. Esta modalidad trae varias interrogantes como: ¿cuál es el efecto que tiene la clave sobre la palabra a recordar?, ¿hace alguna diferencia si la palabra tiene un sonido igual o está relacionada? Si pensamos en un “ratón”, probablemente lo primero que venga a nuestras cabezas sea la palabra “gato”; o también

podemos decir: ratón-botón. Estas dudas se han ido disipando con el tiempo y en la actualidad ya sabemos que, efectivamente, las claves tienen un impacto significativo en la habilidad de recuperar palabras. En cambio, las tareas de evocación *sin clave* no brindan ninguna ayuda y motivan la pregunta: ¿cómo hace entonces la persona para recordar las palabras?

Modelo de contexto recuperado

Este modelo es análogo al de Dennis y Humphreys (2001), revisado anteriormente, por lo que propone que uno de los factores que ayuda a la evocación es la asociación del ítem con el contexto. Además, en el caso de la evocación con clave, este contexto es la asociación clave-ítem. Estas dos estrategias pueden utilizarse de forma combinada para seleccionar las palabras que deben ser evocadas (Raaijmakers y Shiffrin, 1980, 1981). Asimismo, este modelo explica por qué la aproximación semántica entre un ítem y su clave promueve la recuperación de palabras.

Un suceso que es perfectamente explicado por este modelo es el *efecto de contigüidad*, que consiste en que los ítems que se muestran en un lapso de tiempo corto tienden a generar asociaciones (Sederberg *et al.*, 2010). Es decir, cuando una persona evoca un ítem, también recupera información concerniente a su contexto temporal, que a su vez facilitará la evocación de ítems cercanos en el tiempo. Por lo tanto, si tengo cincuenta palabras y si logramos evocar la palabra 40, esto podría facilitar la evocación de palabras cercanas (por ejemplo: la 35 o la 42), y como dijimos antes, esto facilitará también la recuperación de su contexto temporal, que ayudará a recordar más palabras.

Modelo de búsqueda autónoma

Es un modelo muy parecido al modelo de contexto recuperado, sin embargo, a diferencia de este, considera que la evocación de una

palabra no tiene ningún efecto de “pista” o “clave” contextual en el estado de memoria para facilitar la evocación de otra. Es decir, propone que la búsqueda de cada palabra es independiente de las otras.

Considérese el siguiente ejemplo: si se le solicita que diga los productos que usted compra siempre en el supermercado, comenzará a recordar algunos basados en contextos que usted pueda utilizar a su favor, así, puede acordarse de los huevos y luego del pan, porque están en la misma sección.

Para los defensores de este modelo como Davelaar *et al.* (2005), el contexto que rodeará a cada palabra será el resultado de ciertas dinámicas que se den durante el estudio. Esto quiere decir que, a partir de las estrategias que utilice el participante, se irán creando asociaciones (como las que presentamos en el ejemplo anterior). De esta manera, el efecto de contigüidad se entiende como uno de los posibles resultados de estas dinámicas.

Empero, este modelo presenta dificultades a la hora de explicar totalmente el efecto de contigüidad. Esto se evidencia en las tareas de evocación con clave, donde el ítem adquiere su contexto a partir de una clave elegida por el evaluador y que, si facilita la respuesta correcta, no puede ser explicado por las dinámicas autónomas de evocación. Por lo tanto, la suposición de que cada ítem se evoca independientemente de las búsquedas anteriores de otros ítems se queda sin argumentos (Criss y Howard, 2015).

Sustratos neurobiológicos de la memoria episódica

Varios estudios de neurociencias han demostrado que los recuerdos de eventos, interacciones, aspectos perceptuales de la experiencia y otros aspectos semánticos relacionados a esta, dependen del funcionamiento de diferentes regiones anteriores y posteriores del neocórtex. Todo lo antes mencionado es integrado en una sola experiencia, donde las representaciones asociadas a los detalles más específicos son mediadas por la región posterior del hipocampo;

mientras las representaciones asociadas a los detalles más globales son mediadas por la región anterior del hipocampo (Craig *et al.*, 1986). Con el tiempo, la información de detalles específicos de la experiencia se irá perdiendo (por ejemplo: el nombre del lugar donde comieron o lo que hicieron en alguna noche específica del viaje), pero la memoria episódica tenderá a depender más de los aspectos globales contextuales, junto con la información esquemática involucrada (por ejemplo: conocimientos, pensamientos o expectativas del evento en cuestión) que es mediada por la CPF ventromedial.

Según el modelo de componentes de Tulving (2002), durante la etapa de registro y codificación, el hipocampo cumple un rol fundamental en unificar la información que se encuentra en el lóbulo temporal medial y el neocórtex para crear una sola representación mental de la experiencia multimodal. Esto es importante para dotar de consciencia a los hechos y permitir posteriormente su reexperimentación no solamente de detalles perceptuales (lo que vimos, lo que oímos, etc.), sino también aspectos conceptuales y emocionales del evento. Esta unificación ocurre de manera obligatoria en el hipocampo lo que hace que el almacenamiento sea aleatorio y solamente el contexto temporal o espacial determinará los elementos que serán unificados.

En el momento de la evocación se produce la reactivación de las conexiones entre el hipocampo y el neocórtex, en dos etapas de recolección de información. En la primera etapa ocurre una rápida e inconsciente interacción entre la clave y el hipocampo que reactiva las representaciones del neocórtex unidas a él. En la segunda etapa, al contrario, ocurre en proceso lento y consciente donde las regiones corticales operan sobre los resultados obtenidos de la primera etapa para dotar de consciencia al episodio. Es decir, todo el proceso funciona en base a la información que provea el hipocampo a las estructuras corticales, y entre ellas, la más importante en la mediación de este proceso es la CPF (Moscovitch, 2008).

El debate sobre la memoria episódica y la memoria semántica

Existe un gran debate en torno a qué es primero: si la memoria semántica es crucial para crear un marco de reconocimiento del mundo sobre el cual se construyan los hechos autobiográficos o si es la memoria episódica la que provee de sentido y utilidad a todo el conocimiento que adquirimos.

Hay varios casos que suman a este debate, por ejemplo, la paciente Berth: una niña que sufrió ataques convulsivos después de nacer que resultaron en afectaciones graves de su hipocampo anterior y posterior. Esta lesión comenzó a hacerse evidente después de los cinco años, ya que la niña no tenía la capacidad de recordar eventos autobiográficos que incluían pequeñas cosas como recordar una actividad que haya realizado, indicar los temas tratados en una conversación reciente o seguir la trama de un programa de televisión. A pesar de todas estas complicaciones, la paciente fue capaz de aprender a leer, escribir y adquirió conocimientos suficientes para poder aprobar varios cursos en la escuela con calificaciones promedio. Si se le hacían preguntas de conocimiento, ella podía responder como cualquier persona normal de su edad. Esto fue posible porque su memoria semántica sí le permitía producir “saberes”. No obstante, al no poder dotar de contexto a esta información, la paciente se volvió incapaz de mantener conversaciones inteligentes, desenvolverse adecuadamente en un trabajo y ser independiente. Esto es parecido al ya comentado caso del paciente HM, quien a pesar de poseer amnesia anterógrada y no poder generar nuevos recuerdos, sí fue capaz de aprender información sobre personajes como Ronald Reagan o Martin Luther King Jr., quienes emergieron como figuras importantes después de la aparición de su amnesia.

Estos casos sugieren que la memoria episódica depende de la memoria semántica, porque esta última es la que dota a la información de un marco referencial del mundo para que la memoria episódica pueda desarrollarse. El aporte, entonces, de la memoria episódica

dica es añadir el contexto autobiográfico al conocimiento adquirido (Vargha Khadem *et al.*, 1997).

Por otro lado, investigadores como Squire y Zola (1998) sostienen lo contrario, que es la memoria semántica la que depende de la memoria episódica. Ellos se basan en el hecho de que la primera vez que se tiene una experiencia de aprendizaje y se la recuerda, esto constituye una memoria episódica. Sin embargo, cuando se tiene la experiencia de aprendizaje muchas veces en contextos temporales y espaciales distintos, se pueden perder estos detalles hasta el punto de que solo queda contenido, hecho o experiencia aprendida, lo que constituiría memoria semántica, porque no hay evocación consciente de contexto. Esto quiere decir que pacientes con amnesia deberían tener problemas en el aprendizaje y esto es justamente lo que ocurre con muchos pacientes con daño cerebral sobre todo en el hipocampo.

Independientemente de la postura que se tenga, lo seguro es que aun cuando la memoria semántica permita la adquisición de conocimientos, será imposible que el individuo pueda utilizar estos conocimientos de manera tal que le permitan subsistir adecuadamente en el mundo y desarrollarse de manera independiente.

Memoria no declarativa

También conocida como memoria implícita, la memoria no declarativa se refiere al “saber cómo” hacer las cosas, por ejemplo, andar en bicicleta, manejar un carro, cepillarse los dientes o caminar. Se caracteriza por la automatización mediante la cual una persona puede adquirir y recuperar información de cómo realizar alguna habilidad de manera inconsciente, lo cual implica una dificultad para expresarlo verbalmente. Esta automatización se desarrolla de manera lenta y progresiva, a través de la práctica constante de una actividad que finalmente deriva en que este proceso sea interiorice de manera tal que se vuelva inconsciente. Por lo tanto, la forma en la cual se demuestra que se han adquirido este tipo de memorias y aprendizajes es a través de las acciones, y su perfeccionamiento

se evidencia a través del rendimiento. Por ejemplo, si le pedimos a un futbolista profesional que nos enseñe como driblar lo que hará será mostrarnos cómo hacerlo antes que buscar las palabras para explicarnos verbalmente un proceso que viene perfeccionando desde hace años. En la medida en que vayamos practicando, mejoraremos nuestra técnica y se hará cada vez más fácil. Ya no tendremos que andar pensando cómo colocar las piernas o el cuerpo, sino que simplemente lo haremos automáticamente.

Existen varias subdivisiones de la memoria no declarativa y estas son: memoria procedimental (véase el apartado “La propuesta de Schacter y Tulving (1994)” del tema 7), *priming* (véase los apartados “La propuesta de Schacter y Tulving (1994)” y “Recuperación indirecta” del tema 7), condicionamiento clásico (véase el tema 3) y aprendizaje no asociativo (véase el tema 2).

Memoria procedimental

Es aquel tipo de memoria involucrada en la automatización de habilidades motoras. En esta se almacenan conocimientos necesarios para poder tocar un instrumento o practicar un deporte. Para que se produzca este aprendizaje motor es necesaria una retroalimentación sensorial al momento de realizar la selección de los movimientos adecuados. En esto participan la corteza cingulada y la CPE. De igual manera, la retroalimentación sensorial (visual, vestibular y propioceptiva) durante la ejecución de los movimientos está a cargo de estructuras subcorticales como el cerebelo. La corteza motora suplementaria, por su lado, se encarga de facilitar la secuencia rítmica de los movimientos y la coordinación de los mismos (los movimientos de los dedos de un pianista cuando toca alguna pieza). La corteza premotora, en cambio, permite la planificación de las respuestas motoras adecuadas al asociarlas con la información espacial. La corteza motora primaria cumple también un rol importante en la ejecución justamente del movimiento voluntario. Por último, los ganglios ba-

sales permiten almacenar las secuencias de movimientos una vez que se ha producido el aprendizaje motor.

El priming

El *priming* no necesita de la existencia de experiencias previas para producirse. Lo que necesita es de la exposición a algún estímulo que, sin que haya consciencia por parte de la persona, influirá en su respuesta ante estímulos que se presenten a *posteriori*. De esta manera, el *priming* consiste básicamente en la preactivación de un nodo de información que posteriormente producirá una facilitación en el procesamiento de nodos de información vinculados. Un ejemplo de esto puede ser cuando nos piden que pensemos en un animal con la letra “p”. Probablemente, la mayoría de nosotros pensemos en un “perro”. Esto se basa en el hecho de que esta palabra la hemos aprendido desde niños y estamos expuestos frecuentemente a estos animales. Estos son estímulos que han producido una respuesta inconsciente en nosotros y que han programado nuestro cerebro para responder de esta manera.

Existen principalmente dos tipos de *priming*: semántico y perceptivo. El *priming semántico* se da cuando producimos respuestas a partir de asociaciones inconscientes de estímulos que pertenecen a categorías similares. Por ejemplo: Si ya dijiste antes perro, si te pido otro animal podrías pensar en “gato” porque pertenece a la categoría de “animales domésticos” o podrías pensar en “lobo” porque pertenece a la categoría de “caninos” o porque son familiares cercanos y tienen un parecido físico en algunos casos. Durante el *priming semántico* se activan regiones anteriores de la corteza como la CPF inferior izquierda.

El *priming perceptivo* por su lado, se da cuando existen estímulos relacionados perceptualmente facilitando su evocación posterior. Por ejemplo, si nos dan una revista de nutrición con mucha información sobre los beneficios de las nueces y después nos ofrecen frutos secos

y que indiquemos cuáles queremos, podríamos responder que queremos nueces (a menos que no te gusten). En este caso, la constante exposición visual de la palabra nueces, hizo que cuando se presentó el momento, sea nuestra primera respuesta. Durante el *priming* perceptivo se produce la activación de regiones más posteriores del cerebro como son las áreas de asociación sensorial de la modalidad involucrada (en el caso anterior sería la corteza de asociación visual).

*Modelo clásico de tres etapas
del aprendizaje de Fitts (1964)*

Existe un modelo ampliamente aceptado en la comunidad científica que explica cómo se lleva a cabo el aprendizaje de habilidades. Este modelo propuesto por Fitts (1964) resalta la importancia de distintos tipos de memoria para adquirir un aprendizaje de habilidades que se volverá cada vez más automático. Este aprendizaje se da en tres etapas distintas: la etapa cognitiva, la etapa asociativa y la etapa autónoma.

La etapa cognitiva es la primera en aparecer y requiere del pensamiento consciente y activo para codificar una habilidad y poder llevarla a cabo. Por ejemplo, cuando aprendemos a tocar un instrumento como una guitarra. Al inicio, nos basamos en nuestras memorias y en instrucciones para saber dónde colocar los dedos, de qué forma hacerlo, aprender cómo suena cada traste y cada cuerda, etc. En esta etapa, es muy importante la memoria episódica para recordar cada una de las cosas de que debemos saber al tocar el instrumento. Estas memorias pueden ser verbalizadas y probablemente alguien nos la enseñó o las leímos en alguna parte.

Con el tiempo y la práctica llegamos a la etapa asociativa. En esta etapa, las acciones se vuelven más estereotipadas y dependen mucho menos de la memoria episódica. Retomando el ejemplo de la guitarra. Ahora, después de muchos ensayos, ya no necesitamos observar constantemente dónde colocar los dedos, ya podemos hacerlo

con gran facilidad y podemos realizar movimientos rápidos y combinaciones de notas. Si hemos practicado una canción determinada, ya no es necesario estar pensando en cada nota, sino que simplemente cuando decides que quieres tocar esa canción, tus dedos hacen lo necesario para que esto pase. Si antes, en la primera etapa, necesitábamos comprender reglas y entenderlas para saber qué hacer, ahora se ha convertido en un proceso de recordar acciones que ya hemos realizado con anterioridad.

Por último, en la etapa autónoma, las habilidades se han convertido en programas motores automáticos que podemos ejecutar con gran precisión, se han vuelto difíciles de verbalizar y no dependen de nuestra memoria episódica. Ahora, ya no necesitamos dedicar mucha atención a lo que se hace ya que el movimiento puede realizarse casi por sí solo, solo necesita que le demos el arranque. Ya no necesitamos estar pensando en los movimientos que debemos realizar para tocar la canción y hasta podemos dedicarnos al mismo tiempo a hacer otras cosas como cantar o tocar la armónica.

Es importante aclarar que, si dejamos de practicar y ensayar, ocurrirá algo que se llama el “deterioro de la habilidad”, que es la pérdida de la habilidad por el desuso (Gluck *et al.*, 2009). Así, si queremos mantener una habilidad a lo largo del tiempo, será importante que se realice con frecuencia para que no quede en el olvido. De todas maneras, hay factores como la complejidad de la habilidad o la forma en que fue codificada al inicio la memoria de la habilidad que influirán en su retentiva con el pasar de los años (Arthur *et al.*, 1998).

Referencias bibliográficas

- Allport, D. A. (1985). Distributed memory, modular subsystems and dysphasia. En S. K. Newman y R. Epstein (eds.), *Current perspectives in dysphasia* (pp. 207-244). Churchill Livingstone.
- Álvarez Arboleda, L. (2013). El estudio del aprendizaje desde el modelo asociacionista y el modelo funcionalista: un recorrido histórico. *Informes Psicológicos*, 9(9), 121-134.
- Anderson, J. R. (2000). *Learning and memory: an integrated approach*. Wiley.
- Anderson, J. R. y Schooler, L. J. (1991). Reflections of the environment in memory. *Psychological Science*, 2(6), 396-408.
- Anderson, M. C. y Spellman, B. A. (1995). On the status of inhibitory mechanisms in cognition: memory retrieval as a model case. *Psychological Review*, 102(1), 68.
- Arreguín González, I. (2013). Sinapsis y memoria procedimental. *Archivos de Neurociencias*, 18(3), 148-153.
- Arthur, W., Bennett, W., Stanush, P. L. y McNelly, T. L. (1998). Factors that influence skill decay and retention: a quantitative review and analysis. *Human Performance*, 11(1), 57-101.
- Atkinson, R. C. y Shiffrin, R. M. (1968): Human Memory: a proposed system and its control processes. En K. W., Spence y J. T. Spence (eds.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory* (vol. 2). Academic Press.
- Averbach, E. y Coriell, A. S. (1961). Short-term memory in vision. *The Bell System Technical Journal*, 40(1), 309-328.
- Ayres, T. J., Jonides, J., Reitman, J. S., Egan, J. C. y Howard, D. A. (1979). Differing suffix effects for the same physical suffix. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 5(3), 315.
- Baddeley, A. (2000a). Short-term and working memory. En E. Tulving y F. I. M. Craik (eds.), *The Oxford handbook of memory* (pp. 77-92). Oxford University Press.

- Baddeley, A. (2000b). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11): 417-423.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), R136-R140.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29.
- Baddeley, A. y Hitch, G. (1977). Commentary on "working memory". En *Human Memory* (pp. 191-197). Academic Press.
- Baddeley, A. y Hitch, G. J. (1974). Working memory. En G. A. Bower (ed.), *Working memory in the brain* (vol. 8, pp. 47-89). Academic Press.
- Baddeley, G. (1994). Las memorias humanas. *Mundo Científico*, (150), 802-807.
- Balaña, F. J. y Aparicio, M. T. (1989). Efectos de la duración del estímulo incondicionado en el condicionamiento clásico. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 42(2), 173-179.
- Barbey, A. K., Koenigs, M. y Grafman, J. (2013). Dorsolateral prefrontal contributions to human working memory. *Cortex*, 49(5), 1195-1205.
- Barrish, H. H., Saunders, M. y Wolf, M. M. (1969). Good behavior game: Effects of individual contingencies for group consequences on disruptive behavior in a classroom 1. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 2(2), 119-124.
- Bernstein, R. J. (1991). *Perfiles filosóficos: ensayos a la manera pragmática*. Siglo XXI.
- Bledowski, C., Kaiser, J. y Rahm, B. (2010). Basic operations in working memory: contributions from functional imaging studies. *Behavioural Brain Research*, 214(2), 172-179.
- Borella, E., Carbone, E., Pastore, M., De Beni, R. y Carretti, B. (2017). Working memory training for healthy older adults: the role of individual characteristics in explaining short-and long-term gains. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 99.
- Bower, G. H. (1972). Mental imagery and associative learning. En L. W. Gregg (ed.), *Cognition in learning and memory*. John Wiley & Sons.
- Brooks, D. C. y Bouton, M. E. (1993). A retrieval cue for extinction attenuates spontaneous recovery. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 19, 77-89.
- Buchsbaum, B. R. y D'Esposito, M. (2008). *Short term and working memory systems. Learning and Memory: A Comprehensive Reference*. Elsevier.
- Buschke, H. (1984). Cued recall in amnesia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 6(4), 433-440.

- Cantarella, A., Borella, E., Carretti, B., Kliegel, M. y de Beni, R. (2017). Benefits in tasks related to everyday life competences after a working memory training in older adults. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 32(1), 86-93.
- Caramazza, A. y Shelton, J. R. (1998). Domain-specific knowledge systems in the brain the animate-inanimate distinction. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(1), 1-34.
- Catania, A. C. (1998). The taxonomy of verbal behavior. En K. Lattal y M. Perone (eds.), *Handbook of research methods in human operant behavior* (pp. 405-433). Springer.
- Chance, P. (2001). *Aprendizaje y conducta*. El Manual Moderno.
- Chao, L. L. y Martin, A. (2000). Representation of manipulable man-made objects in the dorsal stream. *Neuroimage*, 12(4), 478-484.
- Chatham, C. H. y Badre, D. (2015). Multiple gates on working memory. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 1, 23-31.
- Christoff, K., Ream, J. M., Geddes, L. y Gabrieli, J. D. (2003). Evaluating self-generated information: anterior prefrontal contributions to human cognition. *Behavioral Neuroscience*, 117(6), 1161.
- Christophel, T. B., Hebart, M. N. y Haynes, J. D. (2012). Decoding the contents of visual short-term memory from human visual and parietal cortex. *Journal of Neuroscience*, 32(38), 12983-12989.
- Christophel, T. B., Klink, P. C., Spitzer, B., Roelfsema, P. R. y Haynes, J. D. (2017). The distributed nature of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 21(2), 111-124.
- Collins, A. y Loftus, E. (1975). A spreading activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82(6), 407-428.
- Collins, A. y Quillian, M. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8(2), 240-247.
- Conrad, R. y Hull, A. J. (1964). Information, acoustic confusion and memory span. *British Journal of Psychology*, 55(4), 429-432.
- Constantinidis, C. y Klingberg, T. (2016). The neuroscience of working memory capacity and training. *Nature Reviews Neuroscience*, 17(7), 438.
- Constantinidis, C., Franowicz, M. N. y Goldman Rakic, P. S. (2001). The sensory nature of mnemonic representation in the primate prefrontal cortex. *Nature Neuroscience*, 4(3), 311-316.
- Cools, R. y D'Esposito, M. (2011). Inverted-U-shaped dopamine actions on human working memory and cognitive control. *Biological Psychiatry*, 69(12), e113-e125.

- Corkin, S., Amaral, D. G., González, R. G., Johnson, K. A. y Hyman, B. T. (1997). HM's medial temporal lobe lesion: findings from magnetic resonance imaging. *Journal of Neuroscience*, 17(10), 3964-3979.
- Cowan, N. (1995). *Attention and memory: an integrated framework*. Oxford University Press.
- Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. En A. Miyake y P. Shah, (eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge University Press.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 87-185.
- Cowan, N. (2005). *Working memory capacity*. Psychology Press.
- Cowan, N. (2010). The magical mystery four: How is working memory capacity limited, and why? *Current Directions in Psychological Science*, 19(1), 51-57.
- Cowan, N. (2016). Working memory maturation: Can we get at the essence of cognitive growth?. *Perspectives on Psychological Science*, 11(2), 239-264.
- Craik, F. I. (2002). Levels of processing: Past, present... and future?. *Memory*, 10(5-6), 305-318.
- Craik, F. I. y Kester, J. D. (2000). Divided attention and memory: Impairment of processing or consolidation? En E. Tulving (ed.), *Memory, consciousness, and the brain: The Tallinn Conference* (pp. 38-51). Psychology Press.
- Craik, F. I. y Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11(6), 671-684.
- Craik, F. I. y Tulving, E. (1975). Depth of processing and the retention of words in episodic memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104(3), 268.
- Craik, F. I., Klix, F. y Hagendorf, H. (1986). A functional account of age differences in memory (pp. 409-422). En F. I. Craik, *Memory, Attention, and Aging*. Routledge.
- Criss, A. H. y Howard, M. W. (2015). Models of episodic memory. En J. R. Busemeyer, Z. Wang, J. T. Townsend y A. Eidels (eds.), *The Oxford handbook of computational and mathematical psychology* (pp. 165-183). Oxford University Press.

- Crowder, R. G. y Morton, J. (1969). Precategorical acoustic storage (PAS). *Perception & Psychophysics*, 5(6), 365-373.
- Curtis, C. E. y D'Esposito, M. (2004). The effects of prefrontal lesions on working memory performance and theory. *Cognitive, Affective y Behavioral Neuroscience*, 4(4), 528-539.
- D'Esposito, M. y Postle, B. R. (2015). The cognitive neuroscience of working memory. *Annual Review of Psychology*, 66, 115-142.
- Darki, F. y Klingberg, T. (2015). The role of fronto-parietal and fronto-striatal networks in the development of working memory: a longitudinal study. *Cerebral Cortex*, 25(6), 1587-1595.
- Darwin, C. J., Turvey, M. T. y Crowder, R. G. (1972). An auditory analogue of the Sperling partial report procedure: Evidence for brief auditory storage. *Cognitive Psychology*, 3(2), 255-267.
- Davelaar, E., Goshen Gottstein, Y., Ashkenazi, A., Haarmann, H. y Usher, M. (2005). The demise of short-term memory revisited: empirical and computational investigations of recency effects. *Psychological Review*, 112(1), 3-42.
- Dennis, S. y Humphreys, M. S. (2001). A context noise model of episodic word recognition. *Psychological Review*, 108(2), 452-478.
- Detterman, D. K. (2014). Introduction to the intelligence special issue on the development of expertise: is ability necessary? *Intelligence*, 45, 1-5.
- Deyn, P. P., Thiery, E. y D'Hooge, R. (2003). *Memory: basic concepts, disorders and treatment*. Acco.
- Diamond, A. (2014). Want to optimize executive functions and academic outcomes? Simple, just nourish the human spirit. En VV. AA., *Minnesota Symposium in Child Psychology*, 37 de octubre de 2011. University of Minnesota. John Wiley & Sons Inc.
- Domjan, M. (1999). *Principios de aprendizaje y conducta*. Thompson.
- Domjan, M. (2010a). Conducta provocada, habituación y sensibilización. En Autor, *Principios de aprendizaje y conducta* (p. 52). Wadsworth; Cengage Learning.
- Domjan, M. (2010b). *Principios de aprendizaje y conducta*. Wadsworth.
- Dorr, A., Gorostegui, M. y Bascuñan, M. (2008). *Psicología general y evolutiva*. Mediterráneo.
- Druzgal, T. J. y D'Esposito, M. (2003). Dissecting contributions of prefrontal cortex and fusiform face area to face working memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(6), 771-784.

- Ecker, U. K., Lewandowsky, S. y Oberauer, K. (2014). Removal of information from working memory: A specific updating process. *Journal of Memory and Language*, 74, 77-90.
- Edin, F., Klingberg, T., Johansson, P., McNab, F., Tegnér, J. y Compte, A. (2009). Mechanism for top-down control of working memory capacity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(16), 6802-6807.
- Edin, F., Macoveanu, J., Olesen, P., Tegnér, J. y Klingberg, T. (2007). Stronger synaptic connectivity as a mechanism behind development of working memory-related brain activity during childhood. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(5), 750-760.
- Edridge Green, F. W. (1897). The divisions of memory. En Autor, *Memory and its cultivation* (pp. 4-8). D Appleton & Company.
- Efron, R. (1970). The minimum duration of a perception. *Neuropsychologia*, 8(1), 57-63.
- Eriksson, J., Vogel, E. K., Lansner, A., Bergström, F. y Nyberg, L. (2015). Neurocognitive architecture of working memory. *Neuron*, 88(1), 33-46.
- Estes, W. K. y Skinner, B. F. (1941). Some qualitative properties of anxiety. *Journal of Experimental Psychology*, 29(5), 390-400.
- Evans, T. R. y Deatherage, B. H. (1969). The effect of frequency on the auditory evoked response. *Psychonomic Science*, 15(2), 95-96.
- Farah, M. J. y McClelland, J. L. (1991). A computational model of semantic memory impairment: modality specificity and emergent category specificity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 120(4), 339-357.
- Feinaigle, G. V. (1813). *The new art of memory*. Sherwood, Neely & Jones, London.
- Fernández, M. A. y Moscovitch, M. (2000). Divided attention and memory: evidence of substantial interference effects at retrieval and encoding. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(2), 155.
- Fitts, P. (1964). Perceptual-motor skill learning. En A. Melton (ed.), *Categories of human learning* (pp. 243-285). Academic Press.
- Funahashi, S., Bruce, C. J. y Goldman Rakic, P. S. (1989). Mnemonic coding of visual space in the monkey's dorsolateral prefrontal cortex. *Journal of Neurophysiology*, 61(2), 331-349.
- Fuster, J. M., 2001. The prefrontal cortex-an update: time is of the essence. *Neuron*, 30(2), 319-333

- García, J. E. (2018). El recorrido histórico hacia el lamarckismo y su repercusión en la psicología. *Revista Peruana de Historia de la Psicología*, 4(1), 7-28.
- Gillund, G. y Shiffrin, R. M. (1984). A retrieval model for both recognition and recall. *Psychological Review*, 91(1), 1-67.
- Gluck, M. A., Mercado E. y Myers C. (2009). *Aprendizaje y memoria: del cerebro al comportamiento*. McGraw-Hill.
- Glucksberg, S. y Cowen Jr., G. N. (1970). Memory for nonattended auditory material. *Cognitive Psychology*, 1(2), 149-156.
- Godden, D. R. y Baddeley, A. D. (1975). Context dependent memory in two natural environments: On land and underwater. *British Journal of Psychology*, 66(3), 325-331.
- Gonnerman, L. M., Andersen, E. S., Devlin, J. T., Kempler, D. y Seidenberg, M. S. (1997). Double dissociation of semantic categories in Alzheimer's disease. *Brain and Language*, 57(2), 254-279.
- Greenwood, J. (2011). *Historia de la psicología: un enfoque conceptual*. McGraw-Hill.
- Haber, R. N. (1983). The impending demise of the icon: A critique of the concept of iconic storage in visual information processing. *Behavioral and Brain Sciences*, 6(1), 1-11.
- Hammond, L. J. (1966). Increased responding to CS- in differential CER. *Psychonomic Science*, 5(9), 337-338.
- Hammond, L. J. (1967). A traditional demonstration of the active properties of pavlovian Inhibition using differential CER. *Psychonomic Science*, 9(1), 65-66.
- Han, X., Berg, A. C., Oh, H., Samaras, D. y Leung, H. C. (2013). Multi-voxel pattern analysis of selective representation of visual working memory in ventral temporal and occipital regions. *Neuroimage*, 73, 8-15.
- Harrison, S. A. y Tong, F. (2009). Decoding reveals the contents of visual working memory in early visual areas. *Nature*, 458(7238), 632-635.
- Hearst, E. y Jenkins, H. M. (1974). Sign tracking: The stimulus-reinforcer relation and directed action. En Autores, *The Psychonomic Society*. Pennsylvania State University.
- Hilgard, E. R. y Marquis, D. R. (1969). *Condicionamiento y aprendizaje*. Trillas.
- Hintzman, D. L. (1984). MINERVA 2: A simulation model of human memory. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 16(2), 96-101.

- Hollis, K. L. (1997). Contemporary research on Pavlovian conditioning. A “new” functional analysis. *American Psychologist*, 52(9), 956-965.
- Huang, Y. y Brosch, M. (2016). Neuronal activity in primate prefrontal cortex related to goal-directed behavior during auditory working memory tasks. *Brain Research*, 1640(Pt B), 314-327.
- Humphreys, M. S., Bain, J. D. y Pike, R. (1989). Different ways to cue a coherent memory system: A theory for episodic, semantic, and procedural tasks. *Psychological Review*, 96(2), 208-233.
- Iidaka, T., Anderson, N. D., Kapur, S., Cabez, R. y Craik, F. I. (2000). The effect of divided attention on encoding and retrieval in episodic memory revealed by positron emission tomography. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(2), 267-280.
- Itskov, V., Hansel, D. y Tsodyks, M. (2011). Short-term facilitation may stabilize parametric working memory trace. *Frontiers in Computational Neuroscience*, 5, 40.
- Jenkins, H. M. y Brown, P. L. (1968). Auto-shaping of the pigeon's key peck. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 11(1), 1-8.
- Johnson, M. K. y Raye, C. L. (2000). Cognitive and brain mechanisms of false memories and beliefs. En D. L. Schacter y E. Scarry (eds.), *Memory, brain, and belief* (pp. 35-86). Harvard University Press.
- Kessler, B. (1994). *Consideraciones para la elaboración de la revista interna de una organización* (Tesis de licenciatura). San Pedro Garza García: UDEM.
- Klein, S. B. (2015). What memory is? *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 6(1), 1-38.
- Koenigs, M., Barbey, A. K., Postle, B. R. y Grafman, J. (2009). Superior parietal cortex is critical for the manipulation of information in working memory. *Journal of Neuroscience*, 29(47), 14980-14986.
- Kyllonen, P. C. y Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity? *Intelligence*, 14(4), 389-433.
- LaRocque, J. J., Lewis Peacock, J. A., Drysdale, A. T., Oberauer, K. y Postle, B. R. (2013). Decoding attended information in short-term memory: an EEG study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25(1), 127-142.
- Layng, T. J., Andronis, P. T., Codd, R. T. y Abdel-Jalil, A. (2021). *Nonlinear contingency analysis: Going beyond cognition and behavior in clinical practice*. Routledge.
- Lee, S. H., Kravitz, D. J. y Baker, C. I. (2013). Goal-dependent dissociation of visual and prefrontal cortices during working memory. *Nature Neuroscience*, 16(8), 997-999.

- Lewis Peacock, J. A. y Postle, B. R. (2008). Temporary activation of long-term memory supports working memory. *Journal of Neuroscience*, 28(35), 8765-8771.
- Lewis Peacock, J. A., Drysdale, A. T., Oberauer, K. y Postle, B. R. (2012). Neural evidence for a distinction between short-term memory and the focus of attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(1), 61-79.
- Linton, M. (1982). Transformations of memory in everyday life. En U. Neisser (ed.), *Memory observed: remembering in natural contexts* (pp. 77-91). Freeman.
- Logie, R. H. (2011). The functional organization and capacity limits of working memory. *Current Directions in Psychological Science*, 20(4), 240-245.
- Loovas, O. I. y Simmons, J. Q. (1969). Manipulation of Self-Destruction in Three Retarded Children 1. *Journal of applied behavior analysis*, 2(3), 143-157.
- Macoveanu, J., Klingberg, T. y Tegnér, J. (2007). Neuronal firing rates account for distractor effects on mnemonic accuracy in a visuo-spatial working memory task. *Biological Cybernetics*, 96(4), 407-419.
- Martin, A., Haxby, J. V., Lalonde, F. M., Wiggs, C. L. y Ungerleider, L. G. (1995). Discrete cortical regions associated with knowledge of color and knowledge of action. *Science*, 270(5233), 102-105.
- Massaro, D. W. (1970). Perceptual processes and forgetting in memory tasks. *Psychological Review*, 77(6), 557.
- Mayes, A. R. y Montaldi, D. (2001). Exploring the neural bases of episodic and semantic memory: the role of structural and functional neuroimaging. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 25(6), 555-573.
- McGeoch, J. A. y McDonald, W. T. (1931). Meaningful relation and retroactive inhibition. *The American Journal of Psychology*, 43(4), 579-588.
- McNab, F. y Klingberg, T. (2008). Prefrontal cortex and basal ganglia control access to working memory. *Nature Neuroscience*, 11(1), 103-107.
- McRae, K., de Sa, V. R. y Seidenberg, M. S. (1997). On the nature and scope of featural representations of word meaning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 126(2), 99-130.
- Melton, A. W. (1963). Implications of short-term memory for a general theory of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 2(1), 1-21.
- Mervis, C. y Rosch, E. (1981). Categorization of natural objects. *Annual Review of Psychology*, 32, 89-115.

- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81.
- Mongillo, G., Barak, O. y Tsodyks, M. (2008). Synaptic theory of working memory. *Science*, 319(5869), 1543-1546.
- Montserrat, P. (1998). *Psicobiología II*. Universitat de Barcelona.
- Morris, C. D., Bransford, J. D. y Franks, J. J. (1977). Levels of processing versus transfer appropriate processing. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16(5), 519-533.
- Morris, C. G. y Maisto, A. A. (2011). *Introducción a la psicología*. Pearson.
- Moscovitch, M. (2008). The hippocampus as a “stupid”, domain-specific module: Implications for theories of recent and remote memory, and of imagination. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 62(1), 62.
- Murdock, B. B. (1965). Effects of a subsidiary task on short-term memory. *British Journal of Psychology*, 56(4), 413-419.
- Murdock, B. B. (1967). Recent developments in short-term memory. *British Journal of Psychology*, 58(3-4), 421-433.
- Murdock, B. B. (1982). A theory for the storage and retrieval of item and associative information. *Psychological Review*, 89(6), 609-626.
- Myers, D. (2011). *Psicología*. Médica Panamericana.
- Nee, D. E., Brown, J. W., Askren, M. K., Berman, M. G., Demiralp, E., Krawitz, A. y Jonides, J. (2013). A meta-analysis of executive components of working memory. *Cerebral Cortex*, 23(2), 264-282.
- Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. Appleton-Century-Crofts.
- O'Reilly, R. C. (2006). Biologically based computational models of high-level cognition. *Science*, 314(5796), 91-94.
- Olson, M. A. y Fazio, R. H. (2001). Implicit attitude formation through classical conditioning. *Psychological Science*, 12(5), 413-417.
- Ormrod, J. (2005). *Aprendizaje humano*. Pearson.
- Paivio, A. (1971). Imagery and language. En Autor, *Imagery and verbal process* (pp. 7-32). Academic Press.
- Parkin, A. J. (1996). Human memory: the hippocampus is the key. *Current Biology*, 6(12), 1583-1585.
- Parkin, A. J., Reid, T. K. y Russo, R. (1990). On the differential nature of implicit and explicit memory. *Memory & Cognition*, 18(5), 507-514.
- Pavlov, I. (1927). *Conditioned reflex*. Oxford University Press.
- Pellón, R. P., Miguéns Vázquez, M., Orgaz Jiménez, S., Ortega Lahera, N. y Pérez Fernández, V. (2014). *Psicología del aprendizaje*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

- Popper, K. R. (1967). *Conjeturas y refutaciones: el desarrollo del conocimiento científico*. Paidós.
- Popper, K. R. (2008). *La lógica de las ciencias sociales*. Colofón.
- Premack, D. (1959). Toward empirical behavior laws: I. Positive reinforcement. *Psychological Review*, 66(4), 219-233.
- Premack, D. (1963). Rate differential reinforcement in monkey manipulation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6(1), 81-90.
- Quillian, M. R. (1967). Word concepts: a theory and simulation of some basic semantic capabilities. *Behavioral Science*, 12(5), 410-430.
- Raaijmakers, G. W. y Shiffrin, R. M. (1981). Search of associative memory. *Psychological Review*, 88(2), 93-134.
- Raaijmakers, J. G. W. y Shiffrin, R. M. (1980). SAM: A theory of probabilistic search of associative memory. En G. H. Bower (ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (vol. 14, pp. 207-262). Academic.
- Ramnani, N. y Owen, A. M. (2004). Anterior prefrontal cortex: insights into function from anatomy and neuroimaging. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(3), 184-194.
- Ravizza, S. M., Delgado, M. R., Chein, J. M., Becker, J. T. y Fiez, J. A. (2004). Functional dissociations within the inferior parietal cortex in verbal working memory. *Neuroimage*, 22(2), 562-573.
- Rey Mermet, A. y Meier, B. (2017). Post-conflict slowing after incongruent stimuli: From general to conflict-specific. *Psychological Research*, 81(3), 611-628.
- Rey, A. (1958). *L'examen clinique en psychologie*. Presses Universitaires De France.
- Riley, M. R. y Constantinidis, C. (2016). Role of prefrontal persistent activity in working memory. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 9, 181.
- Roediger, H. L. y McDermott, K. B. (1995). Creating false memories: Remembering words not presented in lists. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(4), 803.
- Roediger, H. L. y McDermott, K. B. (2000). Distortions of memory. En E. Tulving y F. I. M. Craik (eds.), *The Oxford Handbook of Memory* (pp. 149-162). Oxford University Press.
- Rottschy, C., Langner, R., Dogan, I., Reetz, K., Laird, A. R., Schulz, J. B. [...] y Eickhoff, S. B. (2012). Modelling neural correlates of working memory: a coordinate-based meta-analysis. *Neuroimage*, 60(1), 830-846.

- Ruiz Vargas, J. Ma. (1997). ¿Cómo funciona la memoria? El recuerdo, el olvido y otras claves psicológicas. En VV. AA., *Claves de la memoria*. Trotta.
- Salthouse, T. A. (1990). Working memory as a processing resource in cognitive aging. *Developmental Review*, 10(1), 101-124.
- Sandberg, A., Tegnér, J. y Lansner, A. (2003). A working memory model based on fast Hebbian learning. *Network: Computation in Neural Systems*, 14(4), 789.
- Sandi, C., Venero, C. y Cordero, I. (2001). Fisiología y patología del estrés. En Autores (eds.), *Estrés, memoria y trastornos asociados: implicaciones en el daño cerebral y el envejecimiento*. Ariel.
- Schacter, D. L. (1999). The seven sins of memory: insights from psychology and cognitive neuroscience. *American Psychologist*, 54(3), 182.
- Schacter, D. L. y Tulving, E. (1994). What are the memory systems of 1994? En Autores (eds.), *Memory Systems* (pp. 1-38). The MIT Press.
- Schacter, D. L., Wagner, A. D., y Buckner, R. L. (2000). Memory systems of 1999. En E. Tulving y F. I. M. Craik (eds.), *The Oxford Handbook of Memory* (pp. 627-643). Oxford University Press.
- Sederberg, P., Miller, J., Howard, M. y Kahana, M. (2010). The temporal contiguity effect predicts episodic memory performance. *Memory & Cognition*, 38(6), 689-699.
- Sendra, J. (2010). "Características específicas de la motivación y el aprendizaje de las personas mayores, discapacitadas y/o enfermas". En Autor, *Atención y apoyo psicosocial domiciliario* (pp. 330-337). Ideas Propias Editorial.
- Shah, P. y Miyake, A. (eds.). (1999). *Models of Working Memory-An Introduction*. Cambridge University Press.
- Shallice, T. y Warrington, E. K. (1970). Independent functioning of verbal memory stores: A neuropsychological study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22(2), 261-273.
- Shelton, J. T., Elliott, E. M., Matthews, R. A., Hill, B. D. y Gouvier, W. M. (2010). The relationships of working memory, secondary memory, and general fluid intelligence: working memory is special. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36(3), 813.
- Sherry, D. F. y Schacter, D. L. (1987). The evolution of multiple memory systems. *Psychological Review*, 94(4), 439.

- Shiffrin, R. M. y Steyvers, M. (1997). A Model for Recognition Memory: REM Retrieving Effectively From Memory. *Psychonomic Bulletin and Review*, 4, 145-166.
- Shipstead, Z., Lindsey, D. R., Marshall, R. L. y Engle, R. W. (2014). The mechanisms of working memory capacity: Primary memory, secondary memory, and attention control. *Journal of Memory and Language*, 72, 116-141.
- Shunk, D. H. (1997). *Teorías del aprendizaje*. Pearson Prentice Hall.
- Siegel, S. (1975). La prueba de la probabilidad exacta de Fischer. En S. Siegel y N. J. Castellan, *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta* (pp. 120-186). Trillas.
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. Macmillan.
- Sohlberg, M. M. y Mateer, C. A. (eds.). (2001). *Cognitive rehabilitation: An integrative neuropsychological approach*. Guilford Press.
- Spellman, T., Rigotti, M., Ahmari, S. E., Fusi, S., Gogos, J. A. y Gordon, J. A. (2015). Hippocampal-prefrontal input supports spatial encoding in working memory. *Nature*, 522(7556), 309-314.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied*, 74(11), 1.
- Sperling, G. (1963). A model for visual memory tasks. *Human Factors*, 5(1), 19-31.
- Spoehr, K. T. y Corin, W. J. (1978). The stimulus suffix effect as a memory coding phenomenon. *Memory & Cognition*, 6(6), 583-589.
- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: a brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82(3), 171-177.
- Squire, L. R. (2009). Memory and brain systems: 1969-2009. *Journal of Neuroscience*, 29(41), 12711-12716.
- Squire, L. R. y Zola, S. M. (1998). Episodic memory, semantic memory and amnesia. *Hippocampus*, 8(3), 205-211.
- Squire, L. R., Knowlton, B. y Musen, G. (1993). The structure and organization of memory. *Annual Review of Psychology*, 44(1), 453-495.
- Sreenivasan, K. K., Curtis, C. E. y D'Esposito, M. (2014). Revisiting the role of persistent neural activity during working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(2), 82-89.
- Sternberg, S. (1966). High-speed scanning in human memory. *Science*, 153(3736), 652-654.

- Tanaka, J. y Taylor, M. (1991). Object categories and expertise: is the basic level in the eye of the beholder? *Cognitive Psychology*, 23(3), 457-482.
- Tarpy, R. M. (1986). *Aprendizaje y motivación animal*. Debate.
- Timberlake, W. y Allison, J. (1974). Response deprivation: An empirical approach to instrumental performance. *Psychological Review*, 81(2), 146-164.
- Tulving, E. (1983). *Elements of episodic memory*. Oxford University Press.
- Tulving, E. (1987). Multiple memory systems and consciousness. *Human Neurobiology*, 6(2), 67-80.
- Tulving, E. (1995). Organization of memory: quo vadis? En M. S. Gazzaniga (ed.), *The cognitive neurosciences* (pp. 839-853). The MIT Press.
- Tulving, E. (2002). Episodic memory: From mind to brain. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 1-25.
- Tulving, E. y LePage, M. (2000). Where in the brain is the awareness of one's past? En D. L. Schacter y E. Scarry (eds.), *Memory, brain, and belief* (pp. 208-228). Harvard University Press.
- Tulving, E. y Pearlstone Z. (1966). Availability versus accessibility of information in memory for words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5(4), 381-91.
- Tulving, E. y Thomson, D. M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological Review*, 80(5), 352-373.
- Turvey, M. T. (1973). On peripheral and central processes in vision: inferences from an information-processing analysis of masking with patterned stimuli. *Psychological Review*, 80(1), 1.
- Tyler, L. K. y Moss, H. E. (2001). Towards a distributed account of conceptual knowledge. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(6), 244-252.
- Unsworth, N., Fukuda, K., Awh, E. y Vogel, E. K. (2014). Working memory and fluid intelligence: Capacity, attention control, and secondary memory retrieval. *Cognitive Psychology*, 71, 1-26.
- Varela, M., Ávila Acosta, R. y Fortul, T. I. (2005). *La memoria: definición, función y juego para la enseñanza de la medicina*. Médica Panamericana.
- Vargha Khadem, F., Gadian, D., Watkins, K., Connelly, A., Van Paesschen, W. y Mishkin, M. (1997). Differential effects of early hippocampal pathology on episodic and semantic memory. *Science*, 277(5324), 376-380.

- Vogel, E. K. y Machizawa, M. G. (2004). Neural activity predicts individual differences in visual working memory capacity. *Nature*, 428(6984), 748-751.
- Warrington, E. K. y McCarthy, R. A. (1987). Categories of knowledge: Further fractionations and an attempted integration. *Brain*, 110(5), 1273-1296.
- Watson, J. B. y Rayner, R. (1920). Reacciones emocionales condicionadas. *Revista de Psicología Experimental*, 3(1), 1-14.
- Waugh, N. C. y Norman, D. A. (1965). Primary memory. *Psychological Review*, 72(2), 89.
- Wechsler, D. (2008). Wechsler adult intelligence scale-Fourth Edition (WAIS-IV). San Antonio, TX: NCS Pearson, 22(498), 816-827.
- Williams, R. (2008). *Palabras clave: un vocabulario de la cultura y la sociedad*. Nueva Visión.
- Yeterian, E. H., Pandya, D. N., Tomaiuolo, F. y Petrides, M. (2012). The cortical connectivity of the prefrontal cortex in the monkey brain. *Cortex*, 48(1), 58-81.
- Zhou, X., Zhu, D., Qi, X. L., Lees, C. J., Bennett, A. J., Salinas, E. [...] y Constantinidis, C. (2013). Working memory performance and neural activity in prefrontal cortex of peripubertal monkeys. *Journal of Neurophysiology*, 110(11), 2648-2660.



Carrera de Psicología

¿Qué significa realmente aprender? ¿Qué es en verdad la memoria? El aprendizaje es un proceso complejo que tiene una relación muy estrecha con la memoria. No se puede decir que un alumno que memoriza las respuestas de un examen haya aprendido, pero si un estudiante no es capaz de almacenar determinada información, tampoco podrá aprender.

A veces, el aprendizaje puede darse de forma inconsciente como se ha evidenciado en los estudios del condicionamiento clásico (muchos de nuestros miedos irracionales pueden ser explicados de esta manera). Mientras que la memoria también puede ser inconsciente ¿o acaso debemos pensar en cómo mover las piernas para caminar o la boca y la lengua para hablar?

A lo largo de los años, muchos filósofos y científicos han tratado de identificar las mejores técnicas para comprender cómo funcionan el aprendizaje y la memoria, y los mejores modelos para explicarlas. Este libro es un camino fascinante desde las primeras teorías hasta los hallazgos más recientes, y pretende ofrecer una visión fresca y muy completa para que el lector pueda responder a sus interrogantes mientras se entretiene haciéndolo.



ISBN: 978-9978-10-656-3



9 789978 106563

