



**FLACSO**  
ARGENTINA



# **FLACSO (Argentina) – Universidad Autónoma de Madrid**

## **Maestría en Psicología Cognitiva y Aprendizaje**

*Interferencia en el procesamiento de representaciones  
gustativas y auditivas: evidencia de la prueba Stroop  
intermodal*

Tesista: Lic. Matilde María Jáuregui

Director: Dra. Eugenia Razumiejczyk

Diciembre 2011

*A María y Mercedes*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer profundamente a todos aquellos que me acompañaron y alentaron en este proyecto. A todos ellos, ¡muchas gracias!

A papá, que desde allá arriba, me acompaña siempre.

A mamá, que me alentó a confiar en mis posibilidades.

A mis hijas, María y Mercedes, que me alentaron y ayudaron con innumerables detalles.

A Eugenia Razumiejczyk, que dirigió esta tesis y me brindó su tiempo y su apoyo incondicional.

A Guillermo Macbeth, por sus valiosas sugerencias.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
CAPÍTULO 1	
<i>Los sistemas de la memoria</i> .....	6
1.1 Introducción .....	6
1.2 Memoria sensorial .....	7
1.3 Memoria a corto plazo .....	9
1.4 Memoria a largo plazo .....	21
1.5 Bases neurofisiológicas de la memoria .....	30
1.6 Memoria y aprendizaje .....	33
1.7 Conclusiones .....	37
CAPÍTULO 2	
<i>La modalidad auditiva</i> .....	39
2.1 Introducción .....	39
2.2 La percepción auditiva .....	41
2.3 Neuroanatomía de la audición .....	43
2.4 Procesos cognitivos relacionados con la percepción auditiva .....	51

2.5 Conclusiones .....	59
------------------------	----

### CAPÍTULO 3

<i>La modalidad gustativa</i> .....	60
3.1 Introducción .....	60
3.2 Neuroanatomía del gusto.....	61
3.3 Procesos cognitivos relacionados con la percepción gustativa .....	67
3.4 La percepción gustativa: experiencia del sabor .....	72
3.5 Conclusiones .....	77

### CAPÍTULO 4

<i>Memoria operativa en relación con las modalidades sensoriales</i> . ....	79
4.1 Introducción .....	79
4.2 Interferencia <i>stroop</i> intermodal .....	80
4.3 Conclusiones .....	88

### CAPÍTULO 5

<i>Experimento</i> .....	91
5.1 Introducción .....	91
5.2 Método .....	91
5.2.1 Participantes .....	91
5.2.2 Materiales .....	92
5.2.3 Diseño .....	92

5.2.4 Hipótesis experimentales .....	93
5.2.5 Procedimiento .....	94
5.2.6 Resultados .....	95
5.3 Discusión .....	103
5.4 Conclusiones .....	104
 CAPÍTULO 6	
<i>Conclusiones finales</i> ... ..	106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	109
Anexo 1 ... ..	150
Anexo 2 .....	153

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Figura 1.1

Modelo de Atkinson & Schiffrin sobre almacenamiento en la memoria (adaptado de Atkinson, R.C. & Schiffrin, R.M., 1968 por Klein, S., 1994)..... 10

### Figura 2.1

El oído y sus tres divisiones: externo, medio e interno (Lindsay & Norman, 1977)..... 43

### Figura 2.2

Sección transversal de la cóclea (Goldstein, 2005) ..... 46

### Figura 2.3

Sección transversal del órgano de Corti (adaptado de Denes & Pinson, 1993, por Goldstein, 2005) .....47

### Figura 2.4

Esquema de la vía del oído al cerebro (Matlin & Foley, 1996) ..... 50

### Figura 3.1

Vía central de las señales del gusto (adaptado de Frank & Rabin, 1989, por Goldstein, 2005) ..... 65

Figura 5.1

Comparación de medias del tiempo de reacción de los estímulos congruentes, incongruentes y controles ..... 99

Figura 5.2

Comparación de medias del número de aciertos de los estímulos congruentes, incongruentes y controles. .... 101

Figura 5.3

Dispersigrama de las variables tiempo de reacción y número de aciertos de estímulos congruentes ..... 102



## ÍNDICE DE TABLAS

### Tabla 5.1

Resultados de la diferencia de género en relación con el tiempo de reacción en los tres niveles del factor congruencia .....96

### Tabla 5.2

Resultados de la diferencia de género en relación con el número de aciertos en los tres niveles del factor congruencia .....97

## RESUMEN

El propósito de este estudio es evaluar la interferencia de las representaciones gustativas y auditivas en el procesamiento de la memoria operativa. Participaron del experimento 50 sujetos argentinos universitarios cuya edad promedio resultó de 22,28 años ( $de = 5,711$  años). Se empleó un diseño intra-sujetos de medidas repetidas para estudiar el efecto de tres tratamientos diferentes sobre la misma unidad experimental. Se determinó como variable independiente a la congruencia del estímulo y se definieron tres niveles: estímulos congruentes, incongruentes y controles. Se determinaron como variables dependientes al número de aciertos y al tiempo de reacción. El experimento consistía en degustar un estímulo gustativo mientras se escuchaba una palabra. La consigna requería identificar lo más rápidamente posible el estímulo gustativo. Los resultados mostraron una menor interferencia *stroop* en el nivel de estímulos congruentes que en los niveles de estímulos incongruentes y controles dado que se produjeron menores errores y menores tiempos de reacción. En futuras investigaciones se recomienda estudiar la interferencia *stroop* intermodal olfativa y auditiva. Resultaría relevante investigar si la competencia entre estos estímulos produce resultados similares a los aquí planteados.

## INTRODUCCIÓN

Los comportamientos de las especies son moldeados por el aprendizaje en ambientes que son, a la vez, complejos y cambiantes. De tal manera que a mayor variabilidad del ambiente debe darse mayor plasticidad del comportamiento. El aprendizaje puede ser definido como el mecanismo que permite a los organismos adaptarse a un ambiente cambiante. La memoria se constituye en registro de la experiencia que está por detrás de todo aprendizaje, es decir, de todo proceso de adaptación de comportamiento a la experiencia. Ésta alcanza su culminación evolutiva en el ser humano. La memoria humana ha sido sistemáticamente estudiada a lo largo de más de 100 años y son muchos los avances que se han logrado para esclarecer su naturaleza, funciones y manifestaciones (Anderson, 2001).

El inicio de la investigación sobre el aprendizaje y la memoria, de la mano de Ebbinghaus, Pavlov y Thorndike, se dio a comienzos del siglo XX (Anderson, 2001). Las actividades mentales de aprendizaje y memoria tienen claramente su contraparte neuronal expresada en actividades cerebrales. Por lo tanto, para una comprensión cabal de la memoria y sus funciones asociadas se requiere del estudio de los mecanismos cerebrales de adquisición, almacenaje y recuperación (Tulving & Craik, 2000).

En el presente trabajo se intenta una aproximación a dichos mecanismos mediante una descripción de los sistemas de memoria. Dentro de los modelos multialmacén generados en los años sesenta del Siglo XX, es el de Atkinson y Shiffrin (1971, 1983) el que reivindicó la importancia del almacén a corto plazo y puede adjudicársele a dicho almacén un funcionamiento de memoria operativa.

Baddeley (1995) definió la memoria operativa como la interfase entre la memoria y la cognición, siendo un sistema que mantiene y manipula información de manera temporal. La entrada de información que proviene de todos nuestros sistemas sensoriales es procesada de manera continua. Sin embargo, antes de que el aprendizaje tenga lugar, el sujeto debe ser capaz de percibir el ambiente y compilar los estímulos provenientes de diferentes canales sensoriales que se encuentran interconectados. Es en este sentido que los objetos no sólo presentan atributos visuales y espaciales, sino que además se asocian a ellos características táctiles, auditivas, olfativas y gustativas (Baddeley, 1992, 1995; Smith & Jonides, 1999). En la investigación presentada en esta tesis se ha decidido considerar el procesamiento de dos modalidades sensoriales, la auditiva y la gustativa, y analizar la interferencia del procesamiento de sus representaciones en dicha memoria operativa. La pregunta de investigación que guió este estudio fue la siguiente: ¿Los distractores auditivos interfieren en la identificación de estímulos gustativos en la memoria operativa?

Participaron del experimento 70 sujetos argentinos universitarios de ambos sexos cuyas edades oscilaban entre los 20 y los 40 años. De ellos, 20 participantes conformaron la muestra de la prueba piloto y 50 participantes la

muestra definitiva del experimento. La edad promedio de los participantes de la muestra definitiva resultó de 22,28 años ( $de = 5,711$  años) y la muestra estuvo conformada por 39 mujeres (78%) y por 11 varones (22%). En una tarea de identificación, se administraron estímulos gustativos de origen natural, en concordancia con su funcionalidad ecológica (Dhimi, Hertwig & Hoffrage, 2004; Macbeth & López Alonso, 2008), acompañados de un estímulo auditivo (el sujeto debía escuchar una palabra). Se utilizó el paradigma de la prueba *stroop* intermodal y el participante debía identificar el estímulo gustativo en el menor tiempo posible. Se generaron los tres niveles del factor congruencia según la relación entre el estímulo gustativo y el estímulo auditivo y se administraron todas las posibilidades de combinación. Así, siendo cuatro estímulos gustativos y tres niveles del factor congruencia del estímulo (estímulos congruentes, estímulos incongruentes y estímulos controles), se efectuaron 12 ensayos para cada participante.

Existen trabajos previos acerca de la interferencia *stroop* intermodal entre la visión y la audición (Roberts & Hall, 2008; Roelofs, 2005; Weissman, Wagner, Wolderoff, 2004), entre el olfato y el gusto (Prescott, Johnstone & Francis, 2004; White & Prescott, 2007), entre otros.

A partir de los resultados obtenidos se intentó establecer si la interferencia entre representaciones gustativas y auditivas es o no mayor cuando se presentan distractores auditivos que dificultan la identificación de dichos estímulos gustativos. Los resultados obtenidos mostraron que la interferencia *stroop* intermodal es menor en el nivel de estímulos congruentes.

Resulta pertinente el estudio de la interferencia entre las representaciones gustativas y auditivas dado que aporta evidencia que complementa el estudio de la naturaleza de las relaciones de las representaciones mentales en la memoria operativa. Es en este sentido que la evidencia empírica aportada puede resultar relevante ya que implica un avance en el conocimiento científico de los fenómenos inherentes a la memoria operativa. La presente investigación intenta contribuir con la expansión del estado del arte en tal dirección.

# CAPÍTULO 1

## LOS SISTEMAS DE LA MEMORIA

### *1.1 Introducción*

La memoria es definida por Tulving (1987) como la capacidad de los organismos de adquirir, retener y utilizar conocimiento o información. Así, la memoria participa de todo ingreso de información, sea este deliberado o completamente involuntario.

En el proceso de recordar una experiencia deben establecerse tres procesos: 1) dicha experiencia debe ser almacenada en la memoria; 2) luego debe ser codificada u organizada de tal manera que tenga significado; y, por último 3) esta experiencia ya codificada debe ser recuperada (Klein, 1994).

Tanto Herman Ebbinghaus, considerado el padre de la Psicología de la Memoria por haber sido pionero del estudio experimental de dicha función, como William James, figura prominente de la psicología norteamericana, esbozaron la existencia de varias memorias en la mente (Fernández, 2008). James (1890) distinguió entre una memoria transitoria primaria y una memoria permanente secundaria. Estas memorias corresponderían a las que se llamaron luego memorias de corto y de largo plazo, respectivamente. De esta manera, James se

constituyó en un precursor de los modelos estructurales o multi-almacén de memoria (Fernández, 2008).

Broadbent (1957) fue uno de los primeros en describir y distinguir entre una memoria a corto plazo y una a largo plazo. Atkinson y Shiffrin expresaron estas mismas ideas en un modelo matemático de simulación computarizada (Anderson, 2001).

## *1.2 Memoria sensorial*

Richard Atkinson y Richard Shiffrin (1971, 1983) señalan tres etapas en el almacenamiento de la información o, también llamados, almacenes de memoria: 1) registro sensorial (memoria sensorial); 2) memoria a corto plazo; y 3) memoria a largo plazo. Los eventos externos, esto es, los *inputs* se almacenan en un primer momento en el registro sensorial. Este almacenaje es muy breve, siendo sólo una impresión inicial sobre el ambiente externo. Estas experiencias almacenadas en la memoria sensorial son copias exactas de los estímulos externos (Klein, 1994). Es información pre-conceptual, pre-semántica, ya que si no fuera así no sería biológicamente viable. A la memoria sensorial no llega información *top-down*. La información decae con rapidez luego de dejar su registro sensorial y se pierde a no ser que sea procesada en la memoria a corto plazo. Baddeley (1999) postula que el almacenamiento de información sensorial establece un microcosmos del sistema de la memoria en su totalidad. Asimismo plantea que los sistemas de la memoria icónica y ecoica almacenan información visual y auditiva por



milisegundos como parte de los procesos implicados en la percepción. Estos mecanismos parecen tener características que prolongan el estímulo inicial con el objetivo de asegurar un procesamiento posterior adecuado, esto es, un procesamiento y manipulación en los mismos sistemas de memoria visual y auditiva a corto plazo que mantiene la información por cuestión de segundos en lugar de milisegundos. Así, la información de base sensorial se integra con información proveniente de otras fuentes a partir del funcionamiento de la memoria a corto plazo con capacidad limitada. Dicha información se introduciría también en la memoria a largo plazo (basada en la codificación en función del significado) que también podría almacenar características sensoriales más específicas como las que se encuentran vinculadas en la memoria para rostros y escenas, voces y melodías (Baddeley, 1999).

Neisser (1967) llamó memoria ecoica o eco al recuerdo de una experiencia auditiva almacenada en el registro sensorial como duplicado exacto de dicha experiencia. Las experiencias de Moray, Bates y Barnett (1965) y de Darwin, Turvey y Crowder (1972) mostraron que el eco se almacena durante un breve instante y que esta copia almacenada en la memoria ecoica es transitoria, decayendo en parte antes de ser transferida a la memoria a corto plazo. Wingfield y Bymes (1981) hablan de dos segundos como la duración usual de un eco mientras que un ícono (información visual en el registro sensorial) tiene una duración de 0,25 segundos aproximadamente (Sperling, 1967). Esta mayor duración de un eco frente a un ícono se debe a que la duración media de una sílaba hablada varía entre 0,2 y 0,3 segundos, por lo tanto, la memoria de la sílaba

auditiva debe ser mayor a 0,3 segundos para lograr que el hablante pueda recordar el inicio de la sílaba cuando registra su final. Liberman, Delattre y Cooper (1952) realizaron experiencias que los llevaron a afirmar que el reconocimiento de un fonema particular depende de la percepción que se tenga de los sonidos que lo preceden o le siguen, por lo cual el eco de un sonido debe proseguir aunque haya concluido dicho sonido para permitir su identificación.

Existe en el ambiente mayor cantidad de información de la que puede atenderse y codificar, lo cual genera que muchos de los registros sensoriales que los sujetos establecen no formen parte de su bagaje permanente (Anderson, 2001). Se han mencionado las memorias transitorias para los sistemas auditivo y visual, aunque no son las únicas. Los demás sentidos también cuentan con memorias sensoriales, tal el caso del recuerdo que posee el sistema táctil de que un pie ha sido pisado. Estos registros transitorios de los sistemas sensoriales pueden servir como memorias temporales (Anderson, 2001). Por extensión, existiría también memoria sensorial para la percepción olfativa y también para la modalidad gustativa.

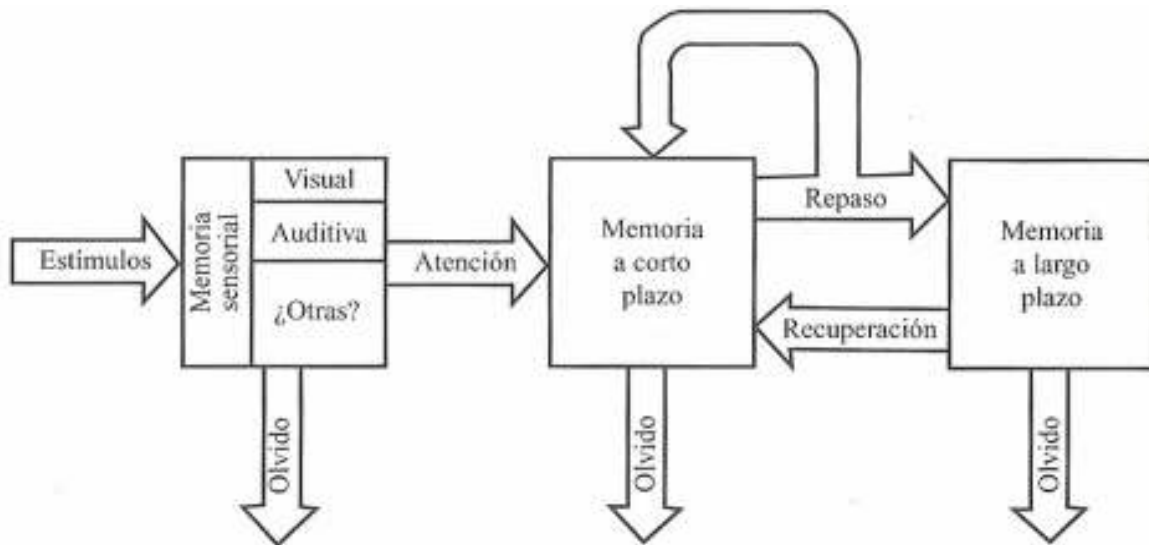
### *1.3 Memoria a corto plazo*

Los procedimientos de aprendizaje serial, esto es, aprender los elementos en el orden exacto en el que aparecen, aportaron evidencia empírica que muestra que los sujetos no aprenden con la misma tasa los elementos de la lista (Crowder & Morton, 1969). Esta diferencia en la tasa de aprendizaje de las listas seriales a

favor de los elementos del principio y del final se denomina efecto de posición serial y da sustento a la teoría multialmacén sobre el almacenamiento en la memoria (Klein, 1994). La recencia del efecto de posición serial, es decir, el mejor recuerdo de los últimos elementos, se debe al repaso de dichos elementos durante la toma y es consecuencia de la memoria a corto plazo. Por otro lado, el mejor recuerdo de los primeros elementos (efecto de primacia) se establece porque las personas pasan más tiempo procesando y almacenando dichos elementos en la memoria a largo plazo. Estos resultados muestran la presencia de dos sistemas distintos de memoria, la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo (Murdock, 1962; Postman & Phillips, 1965).

FIGURA 1.1

Modelo de Atkinson y Shiffrin sobre almacenamiento en la memoria (adaptado de Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M., 1968, por Klein, S., 1994).



La Figura 1.1 grafica el modelo de almacenamiento en tres etapas. La segunda instancia corresponde a la memoria a corto plazo, donde se lleva a cabo la interpretación y organización de las experiencias. La información que fue almacenada en el registro sensorial se transfiere a la memoria a corto plazo, donde se retiene brevemente antes de ser almacenada de manera permanente o casi permanente en la memoria a largo plazo. En este almacenamiento temporal los recuerdos permanecen entre 5 y 15 segundos, o más. Este tiempo dependerá de dos procesos: el repaso y la organización.

El repaso o repetición de la experiencia hace referencia al proceso cognitivo que mantiene la información en la memoria a corto plazo. De no mediar el repaso, la información puede desaparecer antes de que sea almacenada de una forma significativa. Este repaso también es el que organiza la información en la memoria a corto plazo. Cuanto más tiempo sea repasada la información en la memoria a corto plazo, es más probable que sea recordada en un futuro (Klein, 1994). Existen dos posibles hipótesis para esta última aseveración: 1) la primera indica que el repaso hace que la experiencia en cuestión pase más tiempo en la memoria a corto plazo aumentando por consiguiente la posibilidad de que sea transferida a la memoria a largo plazo; 2) la segunda plantea que el repaso redundante en un mejor análisis e interpretación de la experiencia en cuestión lo cual facilitaría su recuerdo, una vez almacenada en la memoria a largo plazo.

Klein (1994) distingue entre dos tipos de repaso. Por un lado, el repaso de mantenimiento implica que la información contenida en la memoria simplemente se repita permitiendo que dicha información se mantenga en la memoria a corto

plazo y dé lugar a que se establezcan algunas asociaciones. Por otro lado, el repaso de tipo elaborativo modifica la información al relacionarla con otras experiencias produciendo un recuerdo más significativo por lo cual aumenta la probabilidad de recordar posteriormente dicha experiencia. El repaso emplea un lenguaje subvocal o implícito (Sperling, 1967) y según Rundus (1971) mejora el recuerdo de la información al aumentar la intensidad del mismo en la memoria a largo plazo. Rundus constató que la probabilidad que un sujeto recordase una palabra crecía proporcionalmente al número de veces que había sido repasada (Rundus, 1971; Rundus & Atkinson, 1970). Sin embargo, el repaso no mejorará el nivel de recuerdo si la información no ha sido previamente organizada ( Craik & Watkins, 1973; Woodward, Bjork & Jongeward, 1973). Estos resultados de Rundus (1971) son coherentes con los de Atkinson y Shiffrin (1968) quienes postulan que el ensayo que se da en la memoria a corto plazo permite que la información se introduzca en la memoria a largo plazo (Anderson, 2001). En oposición, Glenberg, Smith y Green (1977) mostraron un efecto muy débil entre la cantidad de ensayos y el rendimiento de la memoria a largo plazo. A este respecto, Neisser (1982) relata que un tal profesor de Standford menciona que a pesar de haber leído una oración durante aproximadamente 25 años antes de las comidas, la recordaba muy poco. En consecuencia, el ensayo no es suficiente para obtener una buena memorización a largo plazo (Anderson, 2001). Craik y Lockhart (1972) señalan la importancia de la profundidad del procesamiento de la información; así, sostienen que el ensayo mejora la memoria solamente si éste es realizado de manera profunda y significativa. Postulan que, de ser pasivo, no mejora el rendimiento de la memoria. Estos autores diferencian distintos grados de profundidad para

procesar la información lo cual influye en su recuerdo posterior. La elaboración de la información está vinculada con el grado de relación que tiene con otros sucesos e incide en el recuerdo, de tal manera que cuanto mayor es el grado de elaboración, mayor es el nivel de retención ( Craik & Tulving, 1975). La elaboración produce la formación de un recuerdo distintivo o diferenciado y son estos rasgos los que facilitan su recuerdo frente a otros que no lo son (Ellis, 1987; Hunt & Mitchell, 1982). Ésto se fundamenta en el hecho de que las experiencias distintivas hacen que disminuya la probabilidad de interferencias de otros recuerdos y genera la inclusión de representaciones de estímulos exclusivos de ese recuerdo, lo cual facilitará la recuperación de la memoria correspondiente. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Glenberg *et al.* (1977) con sujetos que ensayaron palabras en un nivel superficial (Anderson, 2001). Las experiencias realizadas por Craik y Tulving (1975) avalan que se necesita de una codificación más profunda en los ensayos para lograr mejores resultados de memoria. Asimismo, Bloom y Mudd (1991) y Sporer (1991) encontraron que existía un incremento de memoria al aumentar el nivel de procesamiento: en sus experiencias se pedía juzgar si las fotos que se mostraban correspondían a personas honradas frente a juzgar simplemente si eran hombres o mujeres. Las conclusiones mencionadas tienen importantes vinculaciones con el aprendizaje, ya que el hecho de procesar la información de una forma significativa y apropiada facilitará la capacidad de los alumnos para reconstruir lo que han estudiado. Las investigaciones realizadas por Bransford y Johnson (1972) acerca de la memoria reconstructiva, esto es, aquellos procesos que permiten que los sujetos recreen de manera inferencial sus recuerdos, también avalan esta vinculación con el

aprendizaje. Los sujetos pueden recordar datos que no estudiaron pero que derivaron inferencialmente de lo que sí estudiaron (Owens, Bower & Black, 1979; Sulin & Dooling, 1974). Si la información se procesa de manera más elaborada al momento de estudiar, se mejorará la capacidad de memoria ya que ésto facilita la recuperación reconstructiva al momento de recordar (Anderson, 2001).

Al respecto, Baddeley (1986) propuso que los ensayos que las personas llevan a cabo podrían afectar la manera de rendir de la memoria. A través de ellos, los seres humanos usan sus cuerpos como memorias transitorias que ayudan a guardar información. Tal es el caso de mirar fijo al lugar adonde se encuentra el objeto que se quiere recordar, medir una distancia con las manos y dejar las manos en esa posición como manera de recordar esa medida, etc. El sistema verbal es especialmente importante en estos aspectos y Baddeley acuñó el término espiral fonológica para hablar del uso de este sistema como memoria transitoria. Para Baddeley (1986) la espiral fonológica consta de dos sistemas, uno que es un almacén que retiene información basada en el habla y otro que tiene la capacidad de hablar con uno mismo (habla subvocal). El primer sistema de la espiral fonológica también es denominado oído interno y el segundo, voz interna (Baddeley & Lewis, 1981). Se ha propuesto que su capacidad de retención consiste en dos segundos de información. Las pruebas de amplitud de la memoria constatan la existencia de dicha espiral y muestran que las personas presentan tendencia a ensayar verbalmente lo que deben recordar (Baddeley, Thomson & Buchanan, 1975). Esta espiral posibilita que durante dos segundos se mantenga el habla a través de un ensayo verbal implícito. Para Anderson (2001) tanto la

espiral fonológica de Baddeley, como la memoria a corto plazo de Atkinson y Shiffrin, son transitorias y repasan información verbal. La diferencia entre ambas radica en que la espiral fonológica no es una escala hacia la memoria a largo plazo y, aunque la información se ensaye en ella, no es necesario acumularla en una representación permanente.

La capacidad de almacenamiento de la memoria a corto plazo es limitada. Al ingresar nueva información en este sistema, se produce un desplazamiento de la información anterior, a no ser que la memoria a corto plazo tenga espacio para ambas.

La organización de esta memoria se lleva a cabo de diferentes maneras. Un primer elemento de organización lo constituye el repaso. Dicho repaso de la información impide que ésta se desplace de la memoria, constituyéndose por ende, en un mecanismo que aumenta la probabilidad de que esa información sea recordada (Klein, 1994). Los recuerdos que en ella se encuentran almacenados pueden ser alterados por nuevas experiencias con relativa facilidad. Miller (1956) en su clásico artículo “El mágico número siete, más o menos dos: algunos límites en nuestra capacidad para procesar información” señala que las personas pueden retener de cinco a siete elementos a la vez en la memoria a corto plazo. Al hablar de elemento se alude a una letra o un número, como también a una palabra o idea. Miller planteó esto como *chunk* o unidad de información. De esta manera, la memoria operativa tiene la capacidad de recodificar la información mediante el *chunking*, es decir, reorganizar de tal manera de aumentar la capacidad. Esta organización mejora el recuerdo de las experiencias de la memoria de largo plazo



tornándolas más significativas y, por ende, con mayor probabilidad de ser recordadas. Los sujetos recodifican de forma automática, tal el caso de la agrupación de dígitos en grupos (Bower & Springston, 1970); así, a partir de 1959, los números telefónicos en Estados Unidos comenzaron a tener siete dígitos. Otro ejemplo es la manera en que los niños aprenden el abecedario usando ritmo y melodía y creando unidades de información (agrupamientos de letras). Esto último fue estudiado por Norman (1976). Además de mejorar el recuerdo, la recodificación permite que la recuperación de la información desde la memoria de largo plazo sea en un orden determinado. Esta organización permite relacionar acontecimientos similares y también ayuda a percibir un mundo estructurado y con significado. Los eventos se recuerdan en términos de categorías lo cual se denomina agrupamiento o *clustering* (Bousfield, 1953; Tulving, 1972). Así, por ejemplo, se puede aumentar la capacidad de recordar siete letras separadas a veintiún letras, si éstas se agrupan en siete palabras de tres letras. Watkins (1974) agrega que parte del recuerdo de los siete elementos se corresponde con información ya almacenada en la memoria a largo plazo, porque según este autor la información presentada al comienzo de una experiencia ya se encuentra almacenada de manera permanente. Para este investigador la capacidad de memoria se limita entonces a tres o cuatro unidades de información o *chunks*. Tanto la recencia del efecto de posición serial, como el mejor recuerdo de los primeros elementos (efecto de primacía) se vinculan con lo postulado por Watkins.

La escasa amplitud de retención de la memoria a corto plazo tiene un significado adaptativo, permitiendo un rápido desvío de atención de un evento al

próximo. La evidencia muestra que los animales tienen una memoria a corto plazo con cualidades comparables a las que se observan en los seres humanos (Klein, 1994). Una ventaja de esta memoria para los animales es que les sirve de ayuda en su búsqueda de alimentos (Tolman, Ritchie & Kalish, 1946). Se ha observado que la rata puede retener al menos quince unidades de información en su memoria a corto plazo (Olton, Collison & Werz, 1977). Experiencias realizadas por Beatty y Shavalia (1980) con laberintos radiales sugieren que la duración de la memoria a corto plazo de los animales puede ser de hasta cuatro horas.

Los investigadores tradicionalmente han planteado que, en la medida que crece el cerebro, el niño puede aumentar su amplitud de memoria de dígitos en un ítem por año. De esta manera, un niño de un año de edad podría repetir hasta un número, uno de dos años haría lo propio con dos números, y así sucesivamente. Así, a los siete años el niño será capaz de retener siete dígitos más menos dos en la memoria auditiva a corto plazo que, según Miller, es la capacidad promedio de la mayoría de las personas adultas (Goldberg, 2010). Goldberg plantea que probablemente en la población actual esta capacidad sea menor debido al auge de los dispositivos electrónicos que reemplazan al sistema interno de memoria y que hacen que se utilice en menor medida el cerebro para tareas memorísticas. Tanto es así que esta autora postula que es altamente probable que el cerebro humano sea menos eficiente en tareas de memoria (Goldberg, 2010).

A partir de los trabajos de Miller (1956) se desarrollaron líneas de investigación de la correlación entre la habilidad de procesamiento secuencial y la inteligencia y el funcionamiento cognitivo. La memoria de dígitos es utilizada

regularmente en la evaluación del coeficiente intelectual y en pruebas cognitivas. Doman (2008) ha cuestionado la idea generalizada que la memoria de dígitos es una capacidad fija, es decir, sin variación de año a año ni de una circunstancia a otra. Su hipótesis es que esta capacidad puede ser mejorada y así, establecer cambios en el funcionamiento. También sostiene que las funciones de memoria a corto plazo pueden ser desarrolladas. Esta hipótesis se vincula con la neuroplasticidad del sistema y postula que estos cambios pueden sostenerse en el tiempo. Ostrosky-Solís y Lozano (2006) plantean que la retención de dígitos, tanto en progresión como en regresión, son funciones cuyo desempeño se encuentra afectado por la educación y la cultura. Señalan que el desarrollo y el uso de las habilidades que se encuentran implicadas en la prueba de retención de dígitos se ven afectados por el aprendizaje de la lectoescritura. Al mismo tiempo, variables culturales como el idioma y la calidad de la educación también inciden en estos desempeños.

La memoria a corto plazo también se organiza a partir de la codificación de las experiencias, esto es, la transformación en una forma completamente nueva. Existen tres formas principales (códigos) de codificar la información: acústica, verbal o visual (imagen). Esta codificación puede mejorar el almacenamiento de la información, pero si no es fácilmente decodificada no mejorará el recuerdo (Klein, 1994). Se codifica la información de manera acústica para favorecer el proceso de pensamiento ya que el lenguaje tiene un papel central en él. Este formato de codificación va siendo más importante con la maduración de los niños ya que acompaña el desarrollo del lenguaje a la par del pensamiento. Las experiencias de

Conrad (1971) apoyan esta hipótesis de que los niños mayores utilizan este tipo de codificación en mayor medida que los más pequeños. En cuanto a la codificación verbal, un ejemplo de la misma lo constituye el uso de mediadores del lenguaje natural, como ocurre en el caso de añadir una palabra o dos a una lista de palabras que debe aprenderse de tal manera de crear una historia. Underwood (1983) sostiene que los sujetos utilizan mediadores del lenguaje cuando el material que deben aprender es verbal y existen numerosos estudios que muestran que dicho proceso facilita la recuperación del material verbal (Montague, Adams & Kiess, 1966; Spear, 1971). La codificación también puede ser visual, es decir, las palabras o ideas se hacen imágenes. Tanto Underwood (1983), como Paivio (1969, 1986) han realizado experiencias que muestran que la utilización de imágenes mejora el recuerdo de los sucesos. Paivio sostiene que las palabras fáciles de imaginar producen un código visual además de verbal, activando por lo tanto dos códigos, mientras que las difíciles de imaginar activarían solo el código verbal (Bower, 1970).

La tercera forma de organización utilizada por la memoria a corto plazo es la asociación de eventos. La memoria establece dos tipos de asociaciones básicas, las episódicas que se basan en la contigüidad temporal y las semánticas que se fundan en la similitud de significado de los eventos (Klein, 1994).

La interferencia, que puede ser de tipo distractivo (estímulo a ser ignorado) o de tipo interruptivo (estímulo que requiere atención), impacta negativamente en la habilidad para mantener información en la memoria a corto plazo. Este efecto se exagera con el envejecimiento (Clapp & Gazzaley, 2010). El deterioro se

encuentra vinculado al lóbulo frontal. Wang *et al.* (2011) proponen una explicación molecular de la pérdida de la memoria a corto plazo. Estos investigadores hallaron un grupo de neuronas en la corteza prefrontal que continúan en actividad (efecto diferido) más allá de la tarea que involucra a la memoria a corto plazo. Estas neuronas se encuentran significativamente menos activas en los animales mayores. La habilidad para inhibir interferencias de información durante el período de mantenimiento de la información en la memoria a corto plazo, es un aspecto fundamental para el funcionamiento óptimo de dicha memoria (Sakai, Rowe & Passingham, 2002). Las interferencias afectan de manera negativa a la memoria a corto plazo probablemente debido al efecto disruptivo que ejercen sobre los procesos activos de control *top-down*, necesarios para mantener la información relevante (Baddeley, 1986; Sakai, 2003; Sakai & Passingham, 2004; Sreenivasan & Jha, 2007), así como sobre las representaciones de estímulos en las cortezas sensoriales (Miller, Erickson & Desimone, 1996).

Se concluye así, que la memoria a corto plazo no es simplemente un sistema de retención transitoria entre el almacén sensorial y el de largo plazo, sino que en ella las experiencias son interpretadas por su significado y organizadas de una forma lógica (Klein, 1994). Feigenbaum (1970) y Greeno (1974), entre otros, se han referido a la memoria a corto plazo como memoria operativa enfatizando su dinamismo que es su característica primordial.

La información almacenada en la memoria a corto plazo se transfiere a la memoria a largo plazo. Esta memoria se constituye en el lugar de almacenaje permanente en la memoria, aunque Atkinson y Shiffrin (1971) plantean que puede

ocurrir un decaimiento lento en dicho almacenaje con una consiguiente pérdida de información de memoria. Este tema de la pérdida de información de la memoria a largo plazo no ha podido ser resuelto y la mayoría de las investigaciones fundamentan que toda la información almacenada en dicha memoria continúa allí de manera permanente (Klein, 1994).

Este modelo de almacenaje en tres etapas es uno de los tantos para explicitar el procesamiento de la información. Existen otros, como el de Craik y Lockhart (1972), que plantea niveles de procesamiento diferente para los recuerdos en lugar de almacenamiento en distintos tipos de memoria. Estos enfoques bien podrían ser complementarios al describir aspectos diferentes del almacenamiento (Klein, 1994).

#### *1.4 Memoria a largo plazo*

La información de la memoria operativa es transferida a la memoria a largo plazo que tiene características de permanencia. La idea generalizada en la actualidad es que la memoria a largo plazo no es un sistema único, pero no existe demasiado acuerdo acerca de cómo debería ser conceptualizada (Richardson-Klavehn & Bjork, 1988).

Tulving (1972, 1983) propuso dos tipos de memoria a largo plazo: episódica y semántica. Cada una de ellas contiene tipos de información diferente y, además, constituyen sistemas funcionalmente distintos. En la memoria episódica se

almacena información acerca de acontecimientos vinculados temporalmente. La memoria semántica, en cambio, guarda el conocimiento necesario para la utilización del lenguaje, elementos como información sobre palabras y otros símbolos, significados, reglas, fórmulas o algoritmos para la resolución de problemas y adquisición de conceptos, etc. Este sistema de memoria no almacena unidades simples de información sino ideas, conceptos, reglas, y proposiciones entre otros, que definen el conocimiento cultural del mundo. Esta memoria se encuentra organizada de manera conceptual y su fuente es la comprensión del mundo cultural, mientras que la de la memoria episódica es la estimulación sensorial (Klein, 1994). La memoria episódica guarda recuerdos específicos de acontecimientos del pasado organizados de manera temporal. Al registrar experiencias sensoriales inmediatas, su capacidad inferencial es limitada. Por otra parte, como el sistema de memoria semántica registra el conocimiento que se transmite por el lenguaje posee entonces una vasta capacidad inferencial (Tulving, 1972,1983). Se utiliza el verbo recordar cuando la referencia es de memorias episódicas y conocer cuando se trata de memorias semánticas.

Para Collins y Quillian (1969) las memorias semánticas se establecen en redes jerárquicas de conceptos que están interconectados. De acuerdo a esto, cada concepto estaría representado por un nodo y estos se conectarían por enlaces asociativos. Además, el tiempo de reacción para el acceso a la información de la memoria estaría en relación directa con el número de conexiones que separan los nodos del concepto. Klein (1994) también apoya esta organización en una jerarquía de conceptos interconectados. Existen, sin

embargo, varios modelos asociativos alternativos como el elaborado por Collins y Loftus (1975) que postula que un atributo puede estar vinculado con más de un concepto, pero al mismo tiempo, un atributo particular se vincula de manera más estrecha con algunos conceptos. Esta teoría de la propagación de la activación sugiere que al activarse un concepto o atributo, esta activación se propagará a los conceptos asociados siendo el tiempo de reacción para acceder a la memoria semántica mayor cuanto más larga sea la longitud de la asociación. La teoría de la propagación enunciada también explicaría el fenómeno del *priming* o facilitación que se da en el recuerdo *a posteriori* de recibir una información que esté vinculada. Meyer y Schvaneveldt (1971) utilizaron pares de elementos para pedir a sujetos que identificaran si eran palabras o no palabras y observaron que los sujetos identificaban pares de palabras si éstas estaban relacionadas. Estos resultados son coherentes con la evidencia que muestra que el *priming* de una palabra activa las palabras relacionadas, por lo cual ambas se podrían identificar como siendo palabras, hipótesis compatible con la teoría de la propagación de la activación. Otro modelo asociativo es el modelo de procesamiento distribuido en paralelo que postula que el conocimiento se encuentra distribuido a lo largo de todo el sistema en lugar de almacenado en una localización concreta. Este modelo enfatiza que el conocimiento deriva de las conexiones más que de los nodos (Klein, 1994). Las conexiones, que serían miles, pudiendo ser excitatorias o inhibitorias, se activarían simultáneamente en los procesos de memoria. De esta manera, la memoria sería una serie de redes asociativas interconectadas (Rumelhart, McClelland & el grupo de investigación del PDP, 1986).



Experiencias realizadas por Wood, Taylor, Penny y Stump (1980) mostraron diferencias en el flujo sanguíneo de sujetos realizando tareas que involucraban a la memoria episódica y a la memoria semántica, lo cual proporcionó una base fisiológica para postular dos sistemas de memoria independientes. No acuerdan con la idea de dos sistemas de memoria independiente tanto Craik (1979) como Kintsch (1980) y Naus y Halasz (1979). Tulving (1983) afirma que, si bien los dos sistemas pueden operar de manera independiente, también funcionan de manera interdependiente, de tal manera que una experiencia tendrá más sentido si en su almacenamiento intervienen tanto el conocimiento semántico como el episódico.

Por otra parte, los patrones de rendimiento en tareas de memoria han sido diferenciados como una disociación entre procesos de recuperación explícita e implícita (Ellis & Young, 1992; Graf & Schacter, 1985; Razumiejczyk, Macbeth & López Alonso, 2008a; Schacter, 1999). Al respecto, Schacter (1999) sugiere que la distinción entre memoria implícita y explícita es similar a las que han sido categorizadas por Jacoby y Witherspoon (1982) como memoria con conciencia versus memoria sin conciencia, memoria declarativa versus memoria no-declarativa realizada por Squire (1995), y memoria directa e indirecta según Johnson y Hasher (1987). En las memorias explícitas los sujetos pueden percatarse de sus recuerdos de manera consciente, mientras que en las implícitas existe evidencia de memoria pero las experiencias no pueden recuperarse de forma consciente. Se han desarrollado numerosas investigaciones en el área de las memorias de experiencias que no pueden recuperarse en forma consciente, esto es, implícitas (Anderson, 2001). Tal es el caso, por ejemplo, del fenómeno

punta de lengua: no recordar de manera completa el nombre de alguien, es decir, recordar pero no de manera suficiente (Brown & McNeill, 1966; Freedman & Landauer, 1966; Gruneberg & Monks, 1974; Hart, 1967).

Asimismo, las memorias procedimentales (Squire, 1986) son automáticas e inconscientes mientras que las declarativas están constituidas por imágenes o pensamientos conscientes. Las memorias procedimentales atañen a las habilidades o destrezas. Son el resultado de condicionamientos instrumentales, adquiriéndose de manera lenta a través de la repetición de experiencias, como por ejemplo, el conocimiento de las posiciones de las teclas en una máquina de escribir que, aunque no se recuerde esa información, se puede mecanografiar exitosamente al tacto. Pueden representar también reacciones emocionales almacenadas como resultado del condicionamiento Pavloviano ante determinantes del ambiente, tal el caso del miedo al salir a un balcón (Squire, 1986). Las memorias declarativas existen en la forma de un pensamiento verbal o de una imagen pero con carácter consciente.

Para Underwood (1969, 1983) la memoria está constituida por diferentes tipos de información denominados atributos de la memoria. Este autor distingue diez atributos: acústico, ortográfico, espacial, contextual, temporal, de frecuencia, de modalidad, afectivo, palabras asociadas y transformacional. Tomando como ejemplo el atributo acústico por ser pertinente a las temáticas desarrolladas en la presente tesis, éste proporciona información sobre las propiedades acústicas de la experiencia. En una experiencia de recuerdo de palabras, Long y Allen (1973) determinaron que los sujetos, para poder recordar mejor, agrupaban las palabras

sobre la base de su sonido más que por su significado, lo cual alude a la importancia del atributo acústico para el recuerdo de palabras. No obstante, Underwood (1969) aclara que los rasgos acústicos no son los aspectos más preponderantes de la experiencia por lo cual no siempre desempeñan un rol dominante en la memoria. El atributo de modalidad se refiere al hecho de que las memorias pueden guardar también información relativa a la modalidad sensorial a través de la cual se vivió la experiencia (Underwood, 1969, 1983), tal el caso de los aspectos vinculados al gusto de la experiencia vivida. Ésto contribuye, como lo hacen todos los atributos, para diferenciar entre distintos recuerdos, de tal manera que la información sensorial específica puede facilitar la recuperación de un recuerdo en particular. La información que contiene cualquier atributo de la memoria establece bases para distinguir recuerdos y, de esta manera, impide el olvido. La segunda función de los atributos es, según Underwood (1969, 1983), proporcionar aspectos salientes que puedan servir para recuperar la información. Algunos aspectos salientes, por lo general, uno o dos de cada experiencia se transformarán en atributos de la memoria de ese suceso en particular y la recuperación se vinculará a la presencia de estímulos identificados como esos atributos. El atributo de modalidad ya señalado cumpliría como todos ellos, estas dos funciones. En cuanto a la función facilitadora para la recuperación de recuerdos particulares, Hintzman, Block e Inskip (1972) realizaron experiencias que apoyan esta hipótesis. Pedían a sujetos que identificaran palabras que habían visto escritas o que habían escuchado, de acuerdo a la modalidad por la cual las habían percibido, mostrando que los sujetos agrupaban las palabras de acuerdo al método de presentación de las mismas. Esto ejemplifica que las personas utilizan

el atributo de modalidad para recordar palabras. Para Underwood (1969, 1983) la modalidad de entrada es un atributo de la memoria pero aclara que existe una gran cantidad de intercambio entre los recuerdos acuñados a través de diversas modalidades. Esto implica que en ocasiones es necesario recurrir a información recibida por otras modalidades para poder comprender cierta información. Tal es el caso de un sujeto que debe identificar una letra que se le escribe sobre su espalda sin verla: debe adicionar a la información táctil, la información visual sobre las letras.

El atributo contextual ha sido ampliamente estudiado y se cuenta con evidencia empírica de la influencia del contexto en la recuperación de la información. Tanto Smith, Glenberg y Bjorck (1978), como Underwood (1983) han realizado estudios con sujetos humanos, mientras que Gordon (1983) y Spear (1973, 1978) han utilizado animales, mostrando que el contexto es un atributo importante de la memoria. Experimentos realizados por Gooden y Baddeley (1975) con buzos también apoyaron esta hipótesis. En ellos, los buzos debían recordar listas de palabras que habían escuchado tanto cuando se encontraban sumergidos, como sentados en la orilla y se vio que el recuerdo era mejor cuando se lo hacía en el mismo contexto. El recuerdo puede incluir datos acerca de la naturaleza emocional de ese estímulo lo cual ayuda tanto a distinguir recuerdos entre sí, como a recuperarlos. Este atributo afectivo puede ser visto como un atributo contextual interno ya que remite a las consecuencias internas de un determinado estímulo (Underwood, 1969, 1983). Un estado interno es un atributo de la memoria, ya que el conocimiento del estado interno es parte del recuerdo de

determinada experiencia. Las situaciones de aprendizaje dependientes del estado concluyen que un cambio en el estado interno produce fallas en la memoria al eliminar ese atributo. Un ejemplo sería una persona que se ha embriagado y se le pregunta al día siguiente acerca de sus recuerdos cuando ya no se encuentra en ese estado (Overton, 1964, 1971). Las experiencias realizadas por Overton con ratas a las que se las entrenaba en la resolución de un laberinto con y sin aplicación de pentobarbital muestran que el cambio del estado interno puede producir olvido de una respuesta aprendida con anterioridad.

Según Bartlett (1932) el recuerdo de la información algunas veces puede ser impreciso ya que se olvidan detalles o se añade información durante el recuerdo para crear una experiencia lógica y real. Este proceso, que fue estudiado por primera vez por Bartlett, se denomina reconstrucción de la memoria e implica la modificación del recuerdo para que se ajuste a las expectativas del sujeto. Si bien para Bartlett esta reconstrucción se daría durante el almacenamiento de la información, lo cual coincide con estudios realizados por Kintsch (1974), otros estudios apuntan a que la alteración se produciría en el momento de la recuperación (Hasher & Griffin, 1978). Este proceso incide en los testimonios de testigos que según Loftus (1980) recuerdan lo que ellos creen que vieron u oyeron, y que, en función de lograr una descripción lógica, añadirán información congruente a lo que recuerdan. Loftus también postula que el recuerdo puede modificarse con la información provista por otras personas. Las investigaciones sobre memoria de testigos evidencian que si una persona presencia un accidente y luego recibe información engañosa acerca del mismo, no logrará discriminar

entre lo realmente acontecido y lo que le fue sugerido (Schooler, Gerhard & Loftus, 1986). De acuerdo a lo postulado por Zaragoza, McCloskey y Jamis (1987) el recuerdo original existe pero el sujeto dudaría si la correcta es la versión original o la reconstruida. La investigación que se realiza en esta área de reconstrucción de la memoria se vincula y puede utilizarse para el análisis de la precisión del testimonio de los testigos.

La recuperación de la información almacenada en la memoria a largo plazo puede dificultarse, en primer lugar, por la presencia de otros recuerdos que interfieren (Klein, 1994) y, en segundo lugar, por la ausencia de un estímulo específico que permita recuperar esa experiencia (Underwood, 1983), esto es, aquellos aspectos sobresalientes de una determinada experiencia, sus atributos. De existir una falla para encontrar un hito sobresaliente en una determinada experiencia para ser utilizado como atributo de la memoria, se impediría su recuerdo posterior.

Se han propuesto tres teorías para explicar el proceso de olvido de los sucesos pasados. La primera de ellas considera que el engrama o representación física del estímulo se desvanece con el desuso. De acuerdo a ella, los cambios a nivel fisiológico que se producen durante el aprendizaje y que se constituyen en registro de la experiencia, tienden a disminuir si no media recuperación de dicha experiencia. Sería esta recuperación la que evitaría que se desvanezca la huella mnémica (McGeoch, 1932). Las experiencias de Rensch y Ducker (1966), Ducker y Rensch (1968) y Alloway (1969) apoyan la idea del desvanecimiento como fuente de pérdida de la huella de la memoria. Hay gran cantidad de datos que

apoyan a la interferencia, segunda teoría propuesta como causa del olvido. La interferencia (McGeoch, 1932; Underwood, 1957) postula una incapacidad para recordar un suceso determinado como producto de la experiencia con otro suceso (interferencia entre recuerdos). Existen dos tipos de interferencia: 1) aquella que impide recordar experiencias recientes debido al recuerdo de experiencias anteriores (interferencia proactiva); y 2) aquella que impide recordar sucesos lejanos debido a los recuerdos más recientes (interferencia retroactiva) (Klein, 1994). La tercera teoría vincula al olvido con la ausencia de estímulo específico. Underwood (1969, 1983) postula que la incapacidad para distinguir entre los recuerdos es lo que causa interferencia. También se sugiere que la competición generalizada como mecanismo selectivo y no la extinción es lo que impide el recuerdo (Postman, 1967; Postman, Stark & Fraser, 1968). Esta competición actuaría como disposición para continuar respondiendo de la manera aprendida más recientemente y excluiría todas las respuestas que no fueran las que están siendo aprendidas.

### *1.5 Bases neurofisiológicas de la memoria*

Hebb (1949) planteó el almacenamiento en forma frágil que se daría en un principio en el trayecto de la memoria de un evento en la medida que reverbera en un circuito neuronal. Existen numerosas pruebas que apoyan esta idea y esta actividad sería necesaria para la consolidación de la memoria (Burns, 1958; Verzeano, Laufer, Spear & McDonald, 1970; Verzeano & Negishi, 1960).

Se ha propuesto que cambios en los ácidos nucleicos ARN y ADN son los que producen el almacenamiento de los recuerdos de tal manera que como consecuencia del aprendizaje se produce un cambio permanente en dichos ácidos. Tanto el ARN, como el ADN modificados contendrían la información sobre el evento en cuestión. Agranoff (1980) y Dunn (1980) entre otros, apoyan esta teoría denominada teoría de la reorganización nucleotídica. Por otra parte, Lynch (1986) y Rosenzweig (1984) proponen una teoría de la modificación celular que avala al aprendizaje como modificador permanente del funcionamiento de sistemas neuronales específicos. Este cambio implicaría mejoras en el funcionamiento de circuitos neuronales que ya están formados o establecimiento de nuevas conexiones nerviosas. Otras investigaciones se encuentran en concordancia con el hecho que a partir de experiencias enriquecedoras se producen cambios estructurales en el sistema nervioso durante la consolidación de la memoria (Diamond, Linder, Johnson, Bennett & Rosenzweig, 1975; Globus, Rosenzweig, Bennett & Diamond, 1973). La hipótesis de Kandel, Lindquist y Si (2003) apunta a que los eventos que involucran mucha repetición generarían una producción muy abundante de un tipo de proteína (CPEB) de tal manera que algunas de sus múltiples copias se transformarían en *priones* para perpetuarse a nivel de las sinapsis en que se forman las memorias a largo plazo. Para sostener la síntesis continua de proteínas necesaria para almacenar memorias, la CPEB necesita estar en estado de *prion*.

El aprendizaje de cualquier información ocurre en gran medida en el cerebro. Dicho órgano se encuentra dividido en corteza cerebral y áreas



subcorticales. La corteza participa de la mayoría de las funciones cognitivas superiores y su tamaño va aumentando en la medida que se asciende en la escala filogenética. Su superficie es de 2200 a 2400 cm<sup>2</sup> por lo cual presenta numerosos pliegues para caber dentro del cráneo humano. Estos pliegues marcan cuatro regiones principales: 1) el lóbulo occipital vinculado principalmente con la visión; 2) el lóbulo temporal relacionado con las áreas auditivas primarias y el reconocimiento de objetos; 3) el lóbulo parietal que ejecuta funciones sensoriales de nivel superior; y 4) el lóbulo frontal que está ligado al movimiento y presenta una corteza prefrontal que desempeña una función importante en la memoria de trabajo, al menos en los primates (Anderson, 2001). Dentro del lóbulo frontal se encuentra el hipocampo que, junto con el sistema límbico, participa de manera significativa en la memoria. La corteza prefrontal se conecta fuertemente con el hipocampo. Para Goldman-Rakic (1992) la corteza prefrontal se encuentra dividida en numerosas regiones pequeñas, cada una de las cuales recuerda un tipo de información distinta. Este autor señala que el hipocampo está involucrado en la creación de nuevos recuerdos más que en su almacenaje y la corteza prefrontal en la retención de memorias transitorias. También sostiene que los recuerdos permanentes son conservados en la corteza posterior (hacia la parte posterior de la cabeza). Las tres áreas, esto es, hipocampo, corteza prefrontal y corteza posterior tienen múltiples interconexiones nerviosas. Los distintos tipos de memoria se almacenarían en las diferentes áreas corticales encargadas de procesar ese determinado tipo de información (Anderson, 2001). Sakai y Miyashita (1991) relacionan la corteza temporal inferior con la memoria sobre las formas.

Para la construcción de recuerdos se necesitan dos tipos de aprendizaje. En un primer momento, la unión de elementos forma una nueva huella que se codifica y que luego, en un segundo momento, se fortalece de manera gradual. El hipocampo es el responsable de la creación de las configuraciones nuevas en la corteza, ejecutándolas una y otra vez de tal manera de entrenar a la corteza que se encarga de reforzar de manera gradual estos recuerdos. Esto se apoya en investigación que documenta episodios de activación nerviosa del hipocampo con propagación hacia la corteza. Estas ejecuciones podrían continuarse durante el sueño (Gluck & Myers, 1993; Marr, 1971; McClelland, McNaughton & O'Reilly, 1995).

### *1.6 Memoria y aprendizaje*

Una característica distintiva de la memoria es su gran versatilidad ya que interviene en casi todas las actividades de un organismo. Se encuentra involucrada en la percepción, en el razonamiento y resolución de problemas y, también, en el aprendizaje (Fernández, 2008). Se vincula con la percepción, entendida no sólo como proceso de *input* sensorial (proceso guiado por los datos) sino también como categorización o interpretación (proceso guiado por los conceptos) en la clasificación elaborada por Lindsay y Norman (1983). La vinculación se establece ya que aloja los conceptos o hipótesis que subyacen a la interpretación sensorial. En cuanto al razonamiento y resolución de problemas, la memoria participa del procesamiento *on-line* siendo el espacio donde se elaboran

o integran los datos de un problema y las estrategias de abordaje del mismo (memoria de trabajo) y también es fuente de datos permanentes (memoria a largo plazo) que se consulta para mejorar la interpretación del problema en cuestión y también para evaluar la aplicabilidad de las estrategias de solución ya aplicadas en el pasado (Fernández, 2008).

El papel de la memoria en el aprendizaje es sumamente crucial al punto que Gross (1994) la define como la función que retiene los aprendizajes. El aprendizaje es un proceso de adquisición de conocimientos y destrezas de diversa naturaleza a partir de experiencias, entonces no puede dejar de pensarse en la existencia de algún tipo de sistema de almacenamiento de aquellos conocimientos tanto declarativos, como procedimentales que se incorporan en dicho proceso y también de aquellos cambios que se van produciendo en el bagaje de conocimientos y conductas del organismo. La información que se adquiere, así como los cambios que se operan, se almacenan en la memoria (Fernández, 2008). La memoria también juega un papel muy importante en la construcción de la identidad personal, de tal manera que los sucesos y experiencias de la vida personal se almacenan y se entretajan en la memoria dándole un sentido de continuidad a la vida del individuo (Ruíz Vargas, 1994).

Dada la importancia de la memoria operativa para el rendimiento académico (Pickering, 2006), su mejoramiento es de particular relevancia. Existe un amplio debate acerca del entrenamiento cognitivo, a veces conocido como entrenamiento cerebral, y su efectividad. Jaeggi, Buschkuhl, Jonides y Shah (2011) plantean que si bien existen numerosos productos que se comercializan a

tal efecto, la evidencia científica acerca de su efectividad es escasa. Estos mismos autores proporcionan evidencia de que algunas intervenciones cognitivas pueden ser exitosas a efectos de mejorar la memoria operativa. En distintos estudios (Jaeggi *et al.*, 2011; Jaeggi, Studer-Luethi, Buschkuhl, Su, Jonides & Perrig, 2010), se plantearon los efectos del entrenamiento en tareas con claves auditivas y visuales, homologando con un video-juego el funcionamiento de la memoria operativa. Los efectos obtenidos se mantuvieron durante 3 meses por lo cual concluyeron que el entrenamiento cognitivo puede ser efectivo y duradero, pero considerando factores limitantes como la diferencia entre individuos respecto del entrenamiento.

La capacidad de la memoria operativa predice el funcionamiento de una amplia gama de tareas cognitivas. Estudios recientes plantean que puede ser mejorada a través del entrenamiento. Este entrenamiento se asocia con cambios en la actividad cerebral de la corteza frontal y parietal y de los ganglios basales (Klingberg, 2010). Apoyando el concepto de que el entrenamiento cognitivo puede mejorar las habilidades memorísticas, Clapp *et al.* (2010) ejercitaron a adultos mayores para realizar progresivamente discriminaciones más finas entre imágenes visuales, estimando que las representaciones mentales más agudas podrían ser más eficazmente retenidas por la memoria.

Para Kandel (2011) el aprendizaje es la manera en que se adquiere información mientras que la memoria es la forma en que dicha información se almacena por lo cual la educación se vincula con el aumento del aprendizaje siendo la memoria la que sostiene este proceso.

Para Alloway (2011) la memoria a corto plazo se encuentra en la base del aprendizaje ya que determina la capacidad de procesar información, seguir instrucciones, y manejar las demandas requeridas para poder seguir una clase. Es mejor predictora del logro académico que el C.I. y el nivel socioeconómico influye en menor medida sobre ella (Alloway, 2011). En el contexto de las necesidades especiales aparece como deficitaria en distintos trastornos como ADD (déficit de atención), trastornos del espectro autista, y dislexia, pero en aquellos individuos en los que se encuentra más preservada se observa que obtienen mejores resultados académicos (Alloway, 2011). Deater-Deckard (2011), describe la influencia de lo que denomina ecología familiar en el desarrollo de la memoria a corto plazo, asignándole a los niños de familias caóticas, menor desempeño en tareas de memoria a corto plazo lo cual correlaciona con dificultades académicas, en mayor medida que los niños de ambientes menos caóticos. Para este mismo autor existe una fuerte correlación de memoria a corto plazo entre madres e hijos biológicos, no así con hijos adoptivos de la misma familia, por lo cual la genética sería un factor importante. La memoria a corto plazo no mejora de manera espontánea en aquellos niños que presentan dificultades académicas pero puede responder a intervenciones específicas (Alloway, 2011).

En síntesis, la memoria es una capacidad transversal de la mente en el sentido que sus operaciones se deslizan a través de diferentes capacidades mentales, lo cual alude a su gran versatilidad en materia funcional. Asimismo funciona como base de datos de la mente ya que en ella se guardan y, eventualmente, se

actualizan o recuperan datos vinculados con conocimientos adquiridos, experiencias vividas, percepciones, etc. (Fernández, 2008).

### *1.7 Conclusiones*

La memoria, según Tulving (1987), es la capacidad de los organismos de adquirir, retener y utilizar conocimiento o información. Atkinson y Shiffrin (1971, 1983) la proponen constituida como multialmacén, que incluye un registro sensorial, una memoria a corto plazo y una memoria a largo plazo. La memoria a corto plazo no es solamente un sistema de retención de información sino que funciona como sitio de interpretación y organización, de allí que sea denominada también memoria operativa. La memoria a largo plazo es un sitio de almacenamiento permanente y pueden establecerse diferentes tipos, como la memoria episódica y la semántica (Tulving, 1972, 1983).

El aprendizaje de cualquier información ocurre en gran medida en el cerebro y el papel de la memoria en el aprendizaje es primordial de tal manera que para Gross (1994) es la función que retiene los aprendizajes.

El desarrollo de la memoria debería encuadrarse a la luz de las adquisiciones de los conceptos mentales, es decir, en la creciente teoría de mente del niño. La teoría de mente alude al sistema conceptual que subyace a la habilidad de los sujetos de otorgar estados mentales, esto es, lo que se sabe, lo que se piensa, aquello que se quiere o se siente respecto a sí mismo y a los

demás. El estudio de estos conceptos es esencial para la comprensión de la memoria en tanto ésta no constituye solamente un almacén de información, sino que también depende del conocimiento de los propios procesos de información-almacenaje (Perner, 2000). La memoria humana posee una característica muy singular que es la de poseer conocimiento de su propio conocimiento (Tulving & Madigan, 1970). Es altamente probable que no se necesite de una teoría de mente para la memoria implícita pero sí se necesita de ella para la memoria explícita. Esto es debido a que la memoria explícita alude a la resolución de una tarea cuando se requiere del recuerdo consciente de experiencias pasadas (Schacter, 1987).

## CAPÍTULO 2

### LA MODALIDAD AUDITIVA

#### *2.1 Introducción*

Competen al sistema auditivo tres funciones básicas que son las que posibilitan la audición: 1) en primer lugar, el sistema debe llevar el estímulo acústico a los receptores; 2) luego debe transducir los cambios de presión del estímulo en señales eléctricas; y finalmente 3) debe procesar estas señales para que indiquen de manera precisa las cualidades de la función sonora, es decir, su tono, timbre, volumen y ubicación (Goldstein, 2005).

Nathan (1982) señala la importancia evolutiva de la audición ya que ésta se vincula con la posibilidad de detectar el acercamiento de depredadores o localizar fuentes de agua. Aún en la actualidad puede advertir al sujeto del peligro. Es nodular para las interacciones sociales y la transmisión del conocimiento. Al respecto, Evans (1982) la propone inclusive como más importante que la visión para los humanos ya que su ausencia alejaría a la persona del mundo de sus semejantes. Goldstein (2005), al referir que Helen Keller era sorda y ciega, señalaba que ella creía que el hecho de ser sorda la aislaba de las personas lo cual consideraba que era peor que ser ciega que la alejaba de los objetos. La incapacidad de oír hablar a la gente genera aislamiento dificultando la relación con los otros y el saber qué está sucediendo. Purves, Augustine, Fitzpatrick, Katz,



Lamantia y McNamara (2001) también señalan su importancia por sobre lo visual, ya que postulan que aunque los seres humanos son criaturas visuales, gran parte de la comunicación humana depende del sistema auditivo.

El procesamiento auditivo ocurre en dos fases: sensación y percepción. La percepción misma puede, asimismo, dividirse en diferentes procesos (Kosslyn & Rosenberg, 2004). La audición comienza con la sensación de sonido que se origina cuando algo vibra creando, así, ondas de aire en movimiento que ingresan a los oídos. Puede decirse que el sonido se origina cuando cualquier tipo de molécula, ya sea gaseosa, líquida o sólida, se mueve y crea ondas de presión. Por lo tanto, el sujeto escucha cuando se encuentra rodeado de aire o agua o cuando coloca su oreja sobre el suelo, pared o algún otro objeto sólido. Las ondas de presión suben y bajan completando un movimiento cíclico. La audición permite oír cosas que no están visibles (Matlin & Foley, 1996) a partir de la vibración que ocasiona que las moléculas de aire cambien su posición, chocando unas con otras y produciendo así, ondas sonoras. Las ondas sonoras poseen tanto frecuencia como amplitud. Las variaciones en frecuencia se registran como tonos, esto es, cuán alto o bajo es el sonido que se escucha, mientras que las variaciones de amplitud se presentan como diferencias de intensidad (volumen). En este punto, Kosslyn y Rosenberg (2004) plantean que probablemente no sea una coincidencia que los seres humanos sean especialmente sensibles a la frecuencia del llanto de un bebé, alrededor de 2000-5000 Hertz. También postulan el siguiente interrogante: si un árbol cae en el bosque y nadie lo escucha, ¿hay sonido? Ante esto, la respuesta que brindan estos autores es negativa. La explicación es que el

sonido es causado por las ondas de moléculas, pero estas ondas en sí mismas no constituyen el sonido. El sonido es calificado por ellos como un evento psicológico dependiendo, así, de un sistema nervioso que transduzca la energía física de las vibraciones en energía nerviosa. Sin un cerebro que registre la energía física no puede haber sonido. Ante esta misma experiencia, Goldstein (2005) puntualiza dos procesos: 1) el sonido como estímulo, es decir, cambios de presión del aire; y 2) el sonido como respuesta perceptual, es decir, la experiencia de oír. Por esto, dicho autor postula que si se tiene en cuenta el estímulo físico habrá sonido cuando cae el árbol porque hay cambios de presión, independientemente de que haya alguien para oírlos o no. Por otro lado, si se toma el sonido como experiencia perceptual, si no hay nadie en el bosque no habrá experiencia de sonido.

## *2.2 La percepción auditiva*

La onda de presión que parte del lugar en donde se origina el sonido alcanza finalmente el tímpano. El aumento y disminución de manera rápida de la presión atmosférica produce un movimiento atrás y adelante del tímpano. Son estos cambios sucesivos de presión del aire que entra en el oído, los que reciben el nombre de sonidos (Matlin & Foley, 1996). Estos autores plantean cómo este movimiento de moléculas siendo de índole tan pequeña, puede ocasionar movimientos en el tímpano. La respuesta es que el tímpano reacciona ante desplazamientos mínimos en el orden de 0,00000001cm (Green, 1976).

Las ondas sonoras se propagan en tres dimensiones y crean frentes esféricos de compresión y rarefacción alternantes. Su forma puede visualizarse en un principio como sinusoidal (Purves *et al.*, 2001). Los sonidos compuestos de ondas sinusoidales únicas son muy poco frecuentes ya que la mayor parte de los sonidos en la palabra, por ejemplo, son de ondas acústicamente complejas. Estas ondas a menudo pueden ser modeladas como la suma de las ondas sinusoidales de amplitudes, frecuencias y fases variadas. La transformación de Fourier, un algoritmo utilizado en aplicaciones de ingeniería, descompone una señal compleja en sus componentes sinusoidales (Purves *et al.*, 2001). En el sistema auditivo humano es el oído interno quien actúa como si fuera un prisma acústico y descompone los sonidos complejos en un conjunto de tonos componentes. El oído humano es increíblemente sensible al sonido. Dentro del umbral auditivo, las moléculas de aire son desplazadas un promedio de solamente 10 picómetros, que es una distancia 10000 veces más pequeña que la longitud de onda de la luz visible. Por otra parte, la intensidad de este sonido es de una trillonésima parte, aproximadamente, de un watt por metro cuadrado. Esto significa que un hipotético oyente ubicado en un planeta sin ruidos, sería capaz de oír una fuente sonora de 1- watt, 3kHz ubicada a más de 480 km de distancia (Purves *et al.*, 2001).

El sistema auditivo transforma las ondas sonoras en patrones distintos de actividad neural que se integrarán luego con información que llega de otros sistemas sensitivos con el fin de guiar el comportamiento. Es en el oído externo y medio donde se desarrolla la primera etapa de esta transformación. En ellos se recogen las ondas sonoras y se amplifican sus presiones de modo que puedan ser

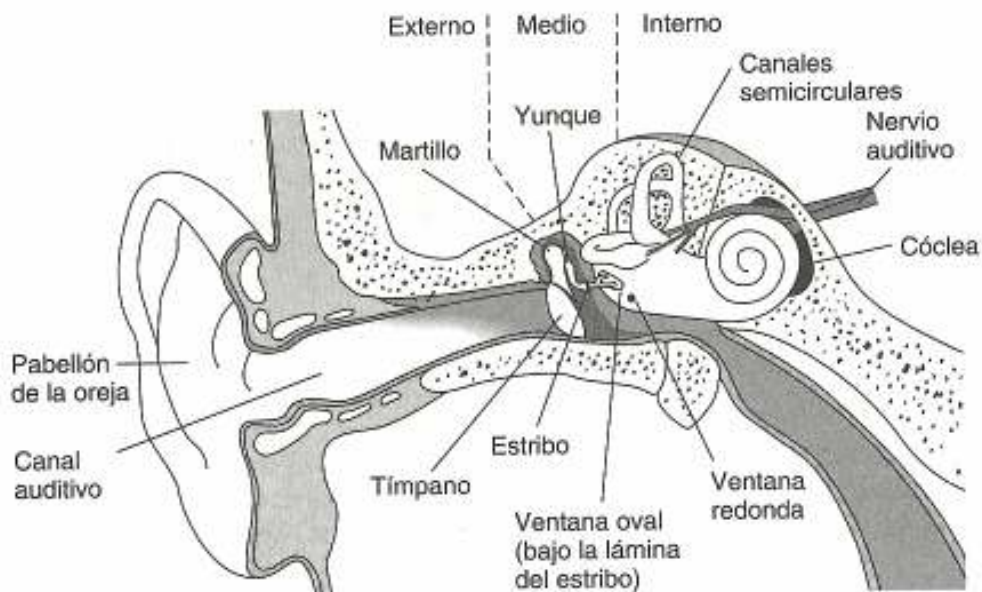
transmitidas a la cóclea llena de líquido y ubicada en el oído interno (Purves *et al.*, 2001).

### 2.3 Neuroanatomía de la audición

El oído está conformado por tres regiones anatómicas: oído externo, oído medio y oído interno, tal como se observa en la Figura 2.1. Nathan (1982) puntualiza que las tres partes se desarrollan a partir de la superficie epitelial, cubierta que formará la piel durante el desarrollo embrionario humano.

FIGURA 2.1

El oído y sus tres divisiones: externo, medio e interno (Lindsay & Norman, 1977).



El oído externo recoge la onda sonora. Lo hace a través del pabellón auricular y la conduce por el conducto auditivo externo enfocándola sobre el tímpano o membrana timpánica. La configuración del oído externo refuerza selectivamente la presión sonora de 30 a 100 veces para aquellas frecuencias de alrededor de 3000 Hz; por lo cual no es extraño entonces que la mayor parte de los sonidos de la palabra humana estén ubicados en el ancho de banda de alrededor de 3kHz (Purves *et al.*, 2001). La mayor parte de la comunicación vocal se desarrolla en el intervalo de bajos kilohertz debido a la menor eficiencia de la transmisión del sonido por aire en frecuencias más altas. La detección de frecuencias más bajas es dificultosa para animales que tienen tamaño humano. Tanto el pabellón, como la concha de la oreja tienen además como función filtrar las diferentes frecuencias de sonido para proporcionar indicios relativos a la elevación de la fuente sonora. El conducto auditivo externo amplifica algunas frecuencias de forma significativa, comportándose como un tubo de resonancia. Conduce el sonido hasta el tímpano o membrana timpánica que es delgada y vibra en respuesta a las ondas sonoras. Dicha membrana es la estructura más importante del oído externo y el límite entre éste y el oído medio (Matlin & Foley, 1996).

El oído medio ocupa tan sólo  $2 \text{ cm}^3$  y está formado por los tres huesecillos más pequeños del cuerpo humano: el martillo, el yunque y el estribo. Dentro del oído medio las ondas se desplazarán a través de líquido, que es un medio que ofrece oposición al flujo de ondas sonoras, mientras que el aire (medio en el cual viajaron hasta allí) no lo hacía. Esta resistencia del medio al flujo se denomina

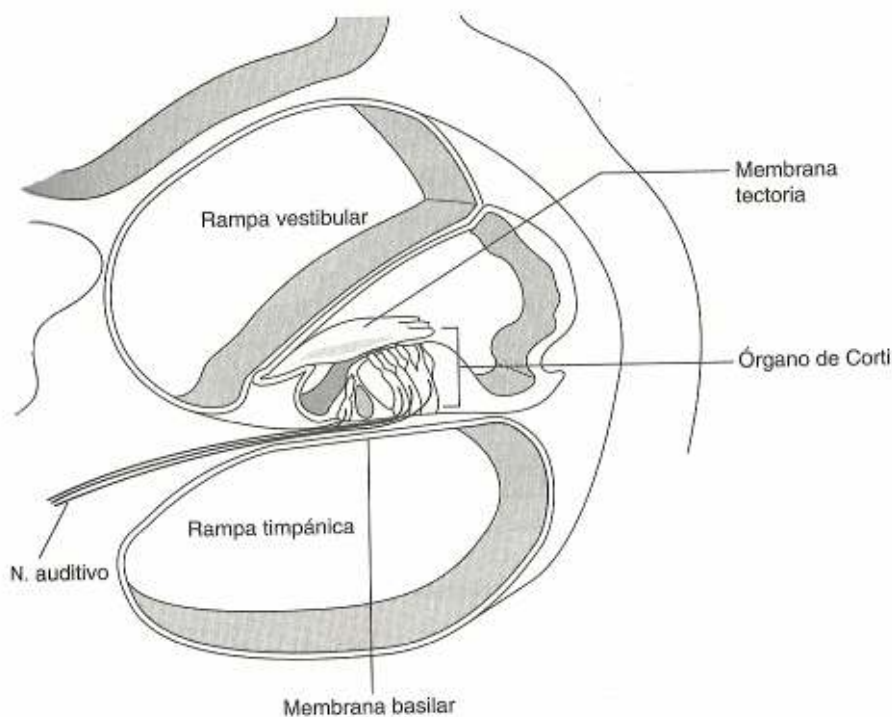
impedancia. Los huesecillos amplifican los sonidos que llegan a ellos. Como forma de protección, los dos músculos esqueléticos más pequeños del cuerpo se hallan insertados en los huesecillos y se contraen de manera refleja después de que cada oído es expuesto a un sonido fuerte (Borg & Counter, 1989). Para ayudar a igualar la presión de aire en el sistema auditivo, las trompas de Eustaquio conectan al oído con la garganta. La función primordial del oído medio es vincular los sonidos transmitidos por aire (por ende es de impedancia bastante baja), con el líquido del oído interno que posee impedancia más alta (Purves *et al.*, 2001).

El oído interno, señala Hudspeth (1989), es un triunfo evolutivo de la miniaturización ya que en el tamaño de una bolita concentra un conductor, un amplificador acústico y un analizador de frecuencia. Contiene la cóclea que es fundamental en la vía auditiva porque es en ella donde la energía de las ondas de presión se transforma en impulso nervioso. Este órgano también funciona como analizador de frecuencias mecánicas, al descomponer las formas de las ondas en elementos más simples, proceso muy importante para la percepción auditiva (Purves *et al.*, 2001). La cóclea, tal cual se observa en la Figura 2.2, es espiralada y pequeña. Tiene en su extremo basal dos ventanas: la oval y la redonda. Se encuentra dividida en dos partes por el tabique coclear que es flexible y sostiene a la membrana basilar y a la membrana tectoria. La vibración de la membrana basilar, a partir de la llegada del sonido, es un mecanismo clave. El sonido se desplaza como onda de propagación a lo largo de dicha membrana hasta un punto que se encuentra determinado por la frecuencia de ese sonido. Esto origina un mapeo topográfico de frecuencia (tonotopia). Georg Von Békésy (1960) fue quien

describió este modelo de orden pasivo. En la actualidad, se ha enriquecido con aportes de procesos biomecánicos activos siendo las células ciliadas externas las candidatas más probables para realizar este proceso activo (Purves *et al.*, 2001).

## FIGURA 2.2

Sección transversal de la cóclea (Goldstein, 2005).

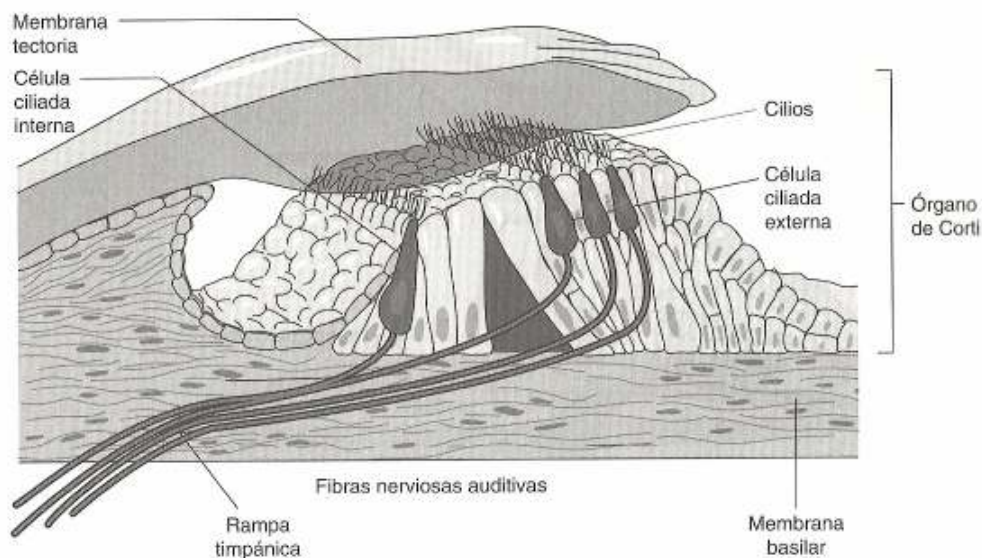


La membrana basilar forma la base del órgano de Corti, tal como se observa en la Figura 2.3, y la membrana tectoria se apoya sobre su punta. Este órgano contiene los receptores que transducen la energía de presión de la onda sonora en energía eléctrica y química de tal manera que pueda transmitirse a las vías superiores del sistema auditivo. Contiene también las células ciliadas, tanto

internas como externas, que son los receptores para la audición (Matlin & Foley, 1996). La célula ciliada es una célula epitelial con forma de frasco llamada así debido a la presencia de un manojo de prolongaciones similares a cilios que se proyectan desde su extremo apical. Cada ramillete de cilios contiene entre treinta y algunos cientos de estereocilios (Purves *et al.*, 2001). Estas células producen potenciales graduales que generan, a su vez, potenciales de acción (disparos) a nivel de las células bipolares del nervio auditivo, que es el encargado de llevar la información desde el oído interno hasta los centros superiores del sistema auditivo. Existe acuerdo en la comunidad científica de que la transducción se efectúa en las células ciliadas a partir de la estimulación de dichos estereocilios (Matlin & Foley, 1996).

### FIGURA 2.3

Sección transversal del órgano de Corti (adaptado de Denes & Pinson, 1993, por Goldstein, 2005).





Para Purves *et al.* (2001) la célula ciliada constituye un triunfo de la evolución ya que resuelve el tema de transformar la energía vibratoria en una señal eléctrica. Las fibras nerviosas que llevan la información desde el oído interno al cerebro son fibras aferentes dentro del nervio auditivo. De esta manera, las células ciliadas internas padecen cambios graduales en sus potenciales (despolarización o hiperpolarización) como consecuencia del desplazamiento de sus estereocilios en una u otra dirección. Son así responsables de la transmisión de la información auditiva por las mencionadas fibras aferentes del nervio auditivo (Matlin & Foley, 1996).

La primera parte de la corteza cerebral en recibir información auditiva se denomina corteza auditiva primaria y se encuentra organizada de manera espacial, de tal manera que a medida que cambia el tono, la actividad se desplaza a lo largo de diferentes localizaciones de esta estructura. Esta organización espacial se denomina organización tonotópica (Clarey, Barone & Imig, 1992; Romani, Williamson & Kaufman, 1982) y replica el mapeo topográfico de frecuencia (tonotopia) de la membrana basilar.

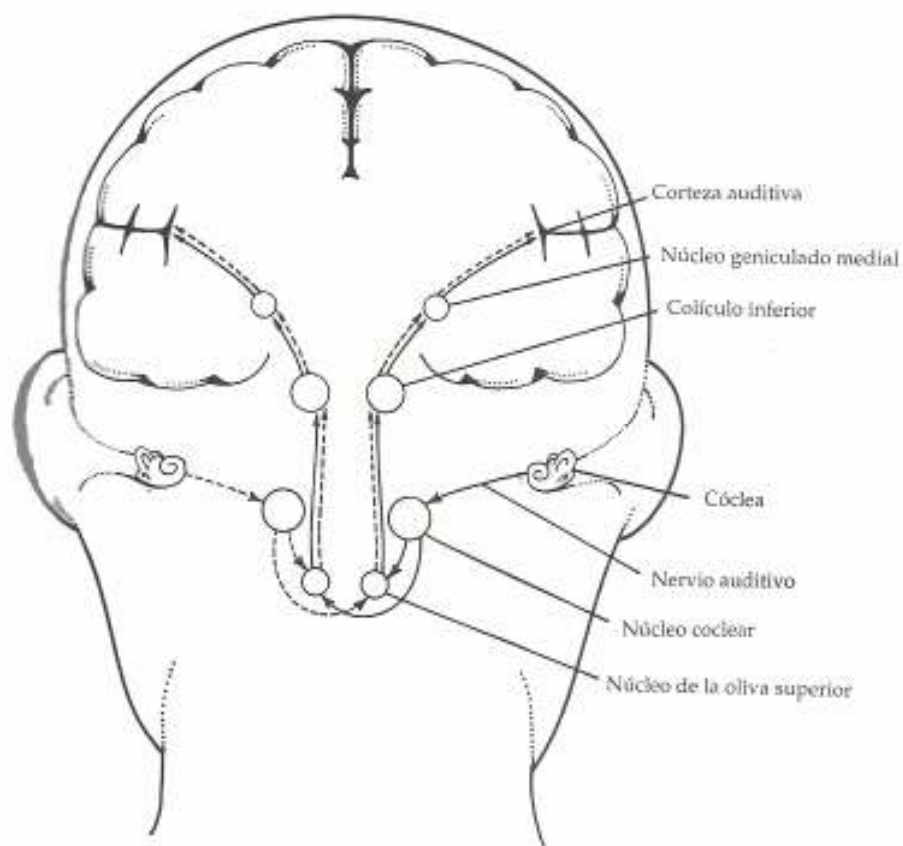
Continuando con los niveles superiores de procesamiento auditivo, tal como se presenta en la Figura 2.4, se observa que el nervio auditivo va desde el oído interno al núcleo coclear que se encuentra ubicado en la parte más baja del sector posterior del cerebro. En este núcleo se desarrolla la primera etapa del procesamiento central, es decir, la información auditiva periférica diverge en algunas vías centrales paralelas. Esto resulta en que las eferencias del nervio coclear tienen diversos destinos (Purves *et al.*, 2001). Hasta este punto, es decir, a

nivel de nervio auditivo y núcleo coclear, la audición es monoaural debido a que solamente está recibiendo entrada de información de la cóclea de cada hemisferio cerebral. Sin embargo, más allá del núcleo coclear, la audición es binaural debido a que a la salida de los dos núcleos cocleares, la información va hacia el núcleo de la oliva superior del mismo lado, así como también al núcleo de la oliva superior del lado opuesto. Al recibir información de ambos oídos, el núcleo de la oliva superior puede compararla. Este núcleo se constituye en el primer sitio donde interactúa la información de los dos oídos y, además, es el lugar de procesamiento inicial de las señales que permiten localizar el sonido en el espacio. Cada núcleo de la oliva superior envía su información a un colículo inferior. El colículo inferior, ubicado en el mesencéfalo, es un centro integrador importante y primer lugar donde la información auditiva puede interactuar con el sistema motor. De allí que participe en muchos reflejos auditivos, como en el caso de la respuesta de alarma: luego de un sonido fuerte, los músculos se contraen y se gira la cabeza hacia la fuente del sonido (Matlin & Foley, 1996). El colículo inferior es una estación obligada para la información que llega tanto al tálamo, como a la corteza donde se procesarán los aspectos más complejos del sonido, especialmente aquellos vinculados con la palabra (Purves *et al.*, 2001). La información auditiva es enviada también al colículo superior (parte de la vía visual), lo cual permite realizar comparaciones de información espacial tanto auditiva como visual (King, Hutchings, Moore & Blakemore, 1988). De los colículos inferiores la información se dirige al núcleo geniculado medial del tálamo y de allí a la corteza auditiva primaria, que se ubica en un surco profundo del lóbulo temporal de la corteza en ambos hemisferios cerebrales. Esta ubicación de difícil acceso complejiza su

estudio. Esta corteza auditiva es primordial para la localización del sonido, la percepción del habla y otras tareas auditivas complejas.

## FIGURA 2.4

Esquema de la vía del oído al cerebro. Se han señalado solo las estructuras del lado derecho de la cabeza (Matlin & Foley, 1996).



El núcleo geniculado medial ubicado en el tálamo es una estación obligatoria de toda la información auditiva ascendente que va a la corteza, y la

corteza auditiva primaria recibe aferencias punto a punto de dicho núcleo conteniendo de esta manera un mapa tonotópico de características precisas.

El punto de llegada final de toda la información auditiva ascendente es la corteza auditiva la cual presenta además del área primaria, áreas periféricas o del cinturón. Estas áreas reciben aferencias más difusas siendo, por lo tanto, menos precisa su organización tonotópica. La corteza auditiva primaria tiene un mapa topográfico de la cóclea (Purves *et al.*, 2001). Es importante destacar que la organización tonotópica de la cóclea es mantenida en todos los niveles del sistema auditivo central. Estos mismos autores postulan que existe una alta probabilidad de que haya regiones específicas de la corteza auditiva humana especializadas en el procesamiento de los sonidos elementales de la palabra y en otras señales acústicas temporalmente complejas, como la música. El área de Wernicke, la cual es fundamental para la comprensión del lenguaje humano, se encuentra ubicada en el interior del área auditiva secundaria.

#### *2.4 Procesos cognitivos relacionados con la percepción auditiva*

En la vida diaria las personas son estimuladas por complejas mezclas de sonidos y no por sonidos individuales que llegan uno a uno. Para organizar y dar sentido a esto deben, en primer lugar, distinguir los sonidos individuales, es decir, separar figura de fondo. A este proceso Bregman (1990; 1993) lo denomina análisis de escena auditiva. Contribuyen a él las leyes de la Gestalt ya que las personas para organizar los sonidos se apoyan en cierta medida en las semejanzas (por ejemplo,

agrupando sonidos con el mismo tono) y en la buena forma (agrupando el mismo tono sostenido en el tiempo). El proceso de reconocimiento e identificación del habla depende en gran medida del análisis de escena auditiva ya que el estímulo hablado es continuo, no presentando pausas para indicar los comienzos y finales de palabras y, sin embargo, para poder comunicarse los sujetos deben identificar las palabras individuales. Matlin y Foley (1996) destacan la importancia de la escuela de la Gestalt en el estudio de la percepción de patrones auditivos, así como también lo fue para el estudio de los patrones visuales. Para organizar los estímulos auditivos en fondo y figura tal como se hace con la información visual, es necesario apoyarse en características de estos estímulos como son la frecuencia, amplitud, timbre, localización y tiempo. De esta manera, se organiza la información que se recibe del exterior. Dowling (1973), al estudiar cómo dos líneas musicales podían ser distinguidas si tenían rango de frecuencia diferente, mostró que se tiende a agrupar aquella información auditiva que posee frecuencia similar. Este mismo investigador también sostiene que los sonidos más fuertes se agrupan por un lado y los más suaves lo hacen por otro, de tal manera que la amplitud también es utilizada por el sistema auditivo para organizar la percepción. Wessel (1979) aportó que en la organización también interviene la similitud por timbre. Matlin y Foley (1996) agregaron que existen evidencias de las leyes de la buena continuación y de cierre en el procesamiento auditivo. A pesar de que las personas tienden a separar en dos líneas distintas aquellos tonos alternantes de alta y baja frecuencia de tal manera de escuchar un patrón de tonos agudos y otro de graves, se puede interrumpir esta organización si se unen los sonidos graves y agudos escalonándolos en la frecuencia intermedia, de tal manera que el cambio

de tonos sea gradual (Deutsch, 1986). Este mismo investigador ejemplificó numerosos casos en que las personas completan la información auditiva faltante para producir el cierre. Este mismo principio es el que probablemente actúe en los fenómenos de restauración fonémica. Dicho proceso es aquel que se establece cuando un sonido articulado es reemplazado o enmascarado por otro que es irrelevante, siendo esta carencia remediada de manera apropiada por el sistema perceptual. Este mecanismo suele funcionar tan adecuadamente que el escucha no logra identificar qué sonido articulado se perdió (Matlin & Foley, 1996). Tal el caso de las experiencias desarrolladas por Warren y Warren (1970) en las cuales se pedía a sujetos que escucharan grabaciones de oraciones en las que parte de una palabra era reemplazada por una tos y que, sin embargo, todos los participantes referían haber escuchado la palabra completa y negaban que la tos hubiera cubierto una parte de ella. Este efecto de restauración fonémica es más marcado cuando las palabras forman parte de una oración que cuando se encuentran aisladas. Ocurre no sólo con los sonidos del habla, sino también con instrumentos musicales (Saldana & Rosenblum, 1993).

Así como en el proceso de visión, los sonidos adquieren sentido en la medida en que son asociados a información que ya se encuentra almacenada en la memoria, lo cual es tarea del procesamiento perceptual auditivo, por ejemplo, el golpe sobre la puerta significa que alguien quiere entrar. Dowling (1973) ejemplificó la influencia de la experiencia en el agrupamiento perceptual de los estímulos auditivos. En sus experiencias, hizo escuchar a los sujetos dos melodías intercaladas alternando notas de dos rondas infantiles sumamente conocidas. Al

escuchar las melodías combinadas, los sujetos informaron haber escuchado una mezcla incoherente de notas. Sin embargo, cuando se les informó los nombres de las rondas, fueron capaces de oír la melodía a la que prestaban atención. De acuerdo a Dowling y Harwood (1986) lo que hicieron fue aplicar un esquema melódico a las melodías intercaladas que escucharon. Estos esquemas se encuentran guardados en la memoria y son representaciones de melodías conocidas. Al principio, los sujetos no sabían qué piezas musicales escuchaban por lo cual no tenían acceso al esquema, esto es, no contaban con nada para comparar lo que oían. Al saber qué estaban escuchando pudieron compararlo con esquemas conocidos, lo que les permitió percibir las melodías conocidas.

Lo mismo que ocurre con la visión, se obtiene información auditiva sin tomar demasiada conciencia de ello. Tal vez, el mejor ejemplo de esto (Cherry, 1953; Conway, Cowan & Bunting, 2001) sea el efecto cóctel: en una fiesta de este tipo parecería que no hay registro de las conversaciones que rodean al sujeto pero basta que alguien mencione su nombre para que éste lo escuche inmediatamente. Pero para haber podido percibir su nombre, debió haber estado siguiendo de alguna forma la conversación utilizando procesamiento *bottom-up*, sin registrar este proceso hasta la mención de su nombre. Treisman (1964a; 1964b) realizó experimentos de escucha dicótica en los cuales las personas escuchaban estímulos presentados separadamente a cada oído a través de auriculares y se les solicitaba que sólo atendiesen a uno. Tanto ella, como Hugdahl (2001) observaron que los sujetos registraban algo de la información recibida por el oído ignorado, por ejemplo, si la voz era femenina o masculina. En estos experimentos

se les suele pedir a los participantes que repitan en voz alta lo que van escuchando (efecto de sombreado) para asegurarse que sólo focalicen su atención en los estímulos presentados en un solo oído.

Tal como ocurre con la visión, se utilizan distintas señales para evaluar la localización de un objeto. Señales como el volumen pueden indicar la distancia a la que se encuentra un objeto. La manera en que el pabellón auditivo se frunce encamina las ondas sonoras de una u otra manera, lo cual brinda información acerca de la localización de la fuente sonora. Por último, el mover la cabeza y el cuerpo permite que se compare el volumen relativo de un sonido desde distintos puntos, lo cual ayuda a su ubicación (Moore, 1982). Existen también aspectos vinculados al hecho de contar con dos orejas que facilitan la localización del sonido. La audición hace uso de las diferencias en los estímulos que llegan a ambas orejas para evaluar la distancia de una fuente sonora (Yost & Dye, 1991). Tres tipos de diferencias son particularmente importantes para esto. En primer lugar, las ondas sonoras llegan a cada uno de los oídos en puntos ligeramente distintos. Esta diferencia es especialmente útil para detectar las fuentes de sonidos de bajas frecuencias (Gulick, Gescheider & Frisina, 1989). En segundo lugar, el volumen diferencial entre ambos oídos puede ser utilizado como clave localizadora. Esto es especialmente efectivo para los sonidos de alta frecuencia y se debe al hecho que la cabeza bloquea el sonido de tal manera que la amplitud de la onda sonora es menor cuando llega a la oreja del lado contrario a la fuente de sonido. La tercera diferencia está vinculada al hecho que la onda sonora llega a cada uno de los oídos a tiempos ligeramente diferentes (diferencia interaural de



tiempo), lo cual es utilizado por el cerebro para establecer la distancia a la fuente sonora (Kosslyn & Rosenberg, 2004).

Espinoza-Varas y Watson (1989) plantean que la audición se lleva a cabo más en el cerebro que en el oído y que depende de la habilidad, la experiencia, el aprendizaje, la memoria y de otras variables que son englobadas generalmente como factores centrales en la percepción. A partir del avance de las imágenes cerebrales se ha podido estudiar cómo la experiencia incide en el sistema auditivo. Estudios realizados con músicos mostraron que el entrenamiento musical agranda el área cortical auditiva que responde a los tonos suaves (Pantev, Oostenveld, Engelien, Ross, Roberts & Hoke, 1998). Al estudiar estímulos auditivos complejos se concluyó que la experiencia contribuye en la percepción, hecho que no aparecía en el estudio de estímulos auditivos simples (Matlin & Foley, 1996). Al respecto, Leek y Watson (1984), Watson y Foyle (1985) y Kelly y Watson (1986) sostienen que la práctica mejora la capacidad de discriminar las secuencias, por lo tanto, se establece la importancia de la experiencia en la percepción de estímulos complejos, lo que caracteriza el funcionamiento de procesos centrales. Asimismo, las diversas estrategias para escuchar que se ponen en funcionamiento bajo distintas condiciones, proporcionan aún más evidencia acerca del funcionamiento de procesos de orden superior. Los trabajos de David Green (1983, 1988) son coherentes con estos hallazgos al mostrar que las personas aumentan su capacidad para identificar pequeños cambios en un componente único de un complejo multitono, cuando cuentan con suficiente experiencia. Tanto estos trabajos, como los de Watson (Kelly & Watson, 1986; Leek & Watson, 1984;

Watson & Foyle, 1985) apuntan a los efectos del aprendizaje y de la memoria favoreciendo la aptitud en las discriminaciones auditivas.

Experiencias realizadas por Klinke, Kral, Heid, Tillein y Hartmann (1999) y por Recanzone, Schreiner y Merzenich (1993) han fundamentado la plasticidad de la percepción al mostrar cómo la estimulación cambia la corteza auditiva. Estos investigadores experimentaron con gatos y sus resultados señalaron que la estimulación de la corteza auditiva produce el aumento del tamaño y de la respuesta general del área de la audición. Otros experimentos realizados por Recanzone *et al.* (1993) con monos muestran que el entrenamiento en una tarea específica puede producir cambios en el disparo de las neuronas individuales.

El estímulo auditivo más complejo que oyen los sujetos regularmente es el habla humana. Este estímulo carece de pausas claras y definidas, sin embargo, las personas son capaces en general de percibir los límites entre las palabras de su propia lengua (Cooper, 1983). A este respecto las investigaciones de Morais, Cary, Alegría y Bertelson (1979) aportan un vínculo interesante con el aprendizaje que es el planteo que el límite entre palabras es distinguido en mayor medida por los adultos alfabetizados que por los analfabetos.

El sistema auditivo puede procesar con mayor facilidad la información cuando esta proviene de un solo hablante frente a la que proviene de varios, aunque cada individuo presenta considerable variabilidad en su pronunciación. Matlin y Foley (1996) resaltan la propiedad inherente de los sistemas perceptuales

de extraer información importante de estados que se hallan en desorden y son potencialmente confusos.

Estímulos complejos como el habla de los seres humanos y llamados de los monos y otros animales involucran un alto número de frecuencias que se dan de manera simultánea y se unen entre sí en secuencias particulares. Aunque no se ha logrado comprender aún el procesamiento neuronal involucrado, lo que sí parece cierto es que dicho procesamiento ocurriría en las áreas no primarias de la corteza auditiva. Para avalar esto se menciona que se ha encontrado que las neuronas de dicha corteza responden mal a los estímulos de tonos puros, mientras que responden enérgicamente a los ruidos que presentan muchas frecuencias (Rauschecker, Tian & Hauser, 1995). Existen algunas neuronas de esta área que responden bien al escuchar llamados de monos Rhesus y lo significativo es que se encuentran en un área de su corteza análoga al área humana que se ocupa del habla. Esto plantea la posibilidad de que el sistema auditivo humano posea neuronas que respondan a sonidos específicos del habla (Goldstein, 2005). Si bien se desconoce este aspecto, se sabe que hay áreas específicas de dicha corteza que son activadas por secuencias de tonos. Zatorre, Evans y Meyer (1994) las identificaron con un tomógrafo por emisión de positrones.

## *2.5 Conclusiones*

El oído humano está conformado por tres regiones anatómicas: oído externo, medio e interno que actúan como si fuera un prisma acústico y descomponen los sonidos complejos en un conjunto de tonos componentes. El sonido, constituido como cambio de presión en el aire u otro medio, produce una respuesta perceptual que se constituye en la experiencia de oír. El oído humano, increíblemente sensible al sonido y poseedor de un triunfo evolutivo como lo es el oído interno que transforma las ondas de presión en impulso nervioso, procesa el habla que es el estímulo auditivo más complejo.

Si se considera al sistema auditivo como un todo, se puede concluir que cuenta con una distribución apropiada de estructuras tanto óseas, como elásticas de tal manera que se garantiza que la presión del sonido sea transmitida a los transductores auditivos y, finalmente, al nervio auditivo (Matlin & Foley, 1996).

## CAPÍTULO 3

### LA MODALIDAD GUSTATIVA

#### 3.1 Introducción

El gusto informa sobre la calidad de los alimentos que se ingieren, pero también lo hace sobre la cantidad y la seguridad de los mismos (Purves *et al.*, 2001). Tanto el olfato, como el gusto han sido llamados detectores de moléculas ya que otorgan a las moléculas líquidas y gaseosas, gustos y olores distintivos (Cain, 1988; Kauer, 1987). Los estímulos que el gusto y el olfato procesan serán asimilados por el cuerpo, por lo cual se los imagina muchas veces como porteros. Asociado a esta idea se encuentran sus funciones de identificadores de aquello que es necesario para el cuerpo y que, por lo tanto, debe ser consumido y, por otro lado, de detectores de todo lo que podría ser dañino para el organismo y que entonces debe ser rechazado. Esta función de detectar sustancias peligrosas se apoya en el dato que las ratas tienden a evitar sustancias químicas altamente tóxicas (Scott y Giza, 2000). En este último punto ayuda el alto componente emocional del gusto y el olfato, de tal manera que lo que ocasiona daño suele oler o saber mal y lo bueno huele o sabe bien. Estudios realizados por dos equipos de investigación independientes durante 2006 identificaron una proteína que permite a los seres humanos y a algunos animales percibir sabores amargos incluyendo aquellos que advierten que lo que se está ingiriendo se encuentra en mal estado. La proteína

identificada como PKD2L1 se encuentra en algunas papilas pero está ausente en aquellas que reconocen sabores dulces, amargos y umami (Huang et al., 2006; Ishimaru, Inada, Kubota, Zhuang, Tominaga & Matsunami, 2006). En el trabajo publicado por este último grupo que pertenece a la Universidad de Duke, se sugiere que esta información podría, en el futuro, ser utilizada por la industria alimenticia para alterar los sabores de las comidas. A partir de estos mismos estudios se establece que el gusto es una propiedad de las células que son activadas y no de las moléculas de comida, ni siquiera de los receptores gustativos. Zhao, Zhang, Hung, Chandrashekar, Erlenbach, Ryba y Zuker (2003) insertaron en ratas receptores para un compuesto insaboro en las células que responden a lo dulce y encontraron que los animales respondían como si este compuesto tuviese un sabor dulce. Esto implica que el sabor dulce, por ejemplo, se debe a que al colocarlo sobre la lengua genera un patrón particular y específico de respuesta neural.

### *3.2 Neuroanatomía del gusto*

Tanto los receptores del gusto, como los del olfato están expuestos a elementos irritantes como bacterias y polvo por lo cual pasan por un ciclo de nacimiento, desarrollo y muerte en períodos de cinco a siete semanas. Este proceso de renovación continua de los receptores llamada neurogénesis solamente se produce en estos dos sentidos, ya que sus respectivos receptores están relativamente indefensos y necesitan medios para renovarse (Goldstein, 2005).

Los corpúsculos gustativos se renuevan por el movimiento de las células que los rodean hacia el interior del mismo, de tal manera que al llegar a la zona central reemplazan a las células muertas (Beidler y Smallman, 1965).

El sentido del gusto se inicia en la lengua al ser excitados por los estímulos los receptores que en ella se encuentran. La lengua es la capa receptora del gusto, su superficie posee papilas que son las que le proporcionan su aspecto rugoso. Existen cuatro tipos de papilas diferentes, cada una con su forma característica. Las filiformes, como conos, se extienden por toda la lengua. Las fungiformes se ubican en la punta y los lados de la lengua; las foliadas son como pliegues a los lados y, por último, las circunvaladas se encuentran en la parte posterior (Goldstein, 2005). Todas las papilas, excepto las filiformes, poseen botones gustativos que contienen varias células gustativas con protuberancias que sobresalen en un poro gustativo. Una o más fibras nerviosas están asociadas con cada célula. En toda la lengua existen alrededor de 10000 botones gustativos (Bartoshuk, 1971). Como las papilas filiformes no poseen dichos botones, no se generan sensaciones gustativas en el centro de la lengua, lugar de ubicación de dichas papilas, apareciendo en dicha zona lo que Kosslyn y Rosenberg (2005) denominan agujero gustativo. Además, existen botones gustativos en otros lugares de la boca como la parte posterior de la garganta y las mejillas (Smith y Frank, 1993). Se registran diferencias en el número de botones gustativos entre las distintas especies. Además, los niños poseen mayor número de estos botones que los adultos, por lo cual los sabores podrían ser más fuertes para ellos, lo que explica las fuertes reacciones tanto positivas como adversas que tienen los niños

frente a las comidas (Kosslyn y Rosenberg, 2004). La transducción conlleva reacciones químicas complejas que ocurren en el interior de la célula gustativa (Hoon, Adler, Lindemeier, Battey, Ryba & Zuker, 1999; Kinnamon, 1988; Ye, Heck & DeSimone, 1991) cuando los agentes químicos entran en contacto con los sitios receptores ubicados en las protuberancias de las células. El proceso de transducción implica una alteración del flujo de iones a través de la membrana de las células gustativas (Goldstein, 2005). Este proceso de transducción quimiosensitiva se desarrolla en el interior de los corpúsculos gustativos de las células gustativas. Los receptores para las sustancias gustativas se encuentran ubicados sobre las microvellosidades que surgen desde la superficie apical de la célula gustativa. Estas superficies apicales individuales se agrupan en un pequeño orificio cerca de la superficie de la lengua, el cual se denomina poro gustativo (Purves *et al.*, 2001).

En cuanto a la codificación del gusto, la mayoría de los investigadores actualmente coinciden en afirmar que cada corpúsculo gustativo responde con mayor fuerza a un solo gusto, aunque pueda hacerlo, además, frente a algunos otros. De esta manera puede afirmarse que los corpúsculos gustativos no responden únicamente a un estímulo, aunque es muy probable que lo hagan mejor frente a un tipo específico que ante otros (Matlin & Foley, 1996). Esta misma selectividad se encuentra en los registros de los axones sensitivos aferentes primarios en los nervios craneanos VII (facial), IX (glossofaríngeo) y X (vago). La rama de la cuerda del tímpano del nervio facial (VII) responde mejor, o sea, activa una mayor cantidad de axones, al cloruro de sodio y a la sacarosa. De



la misma manera, el nervio glossofaríngeo (IX) responde también mejor al ácido y a la quinina, mientras que la rama laríngea superior del nervio neumogástrico o vago (X) lo hace frente al ácido y al agua. Las células gustativas individuales, así como sucede con los receptores olfatorios, se encuentran determinadas para una gran gama de estímulos químicos, por lo general respondiendo a varios de ellos (Purves *et al.*, 2001).

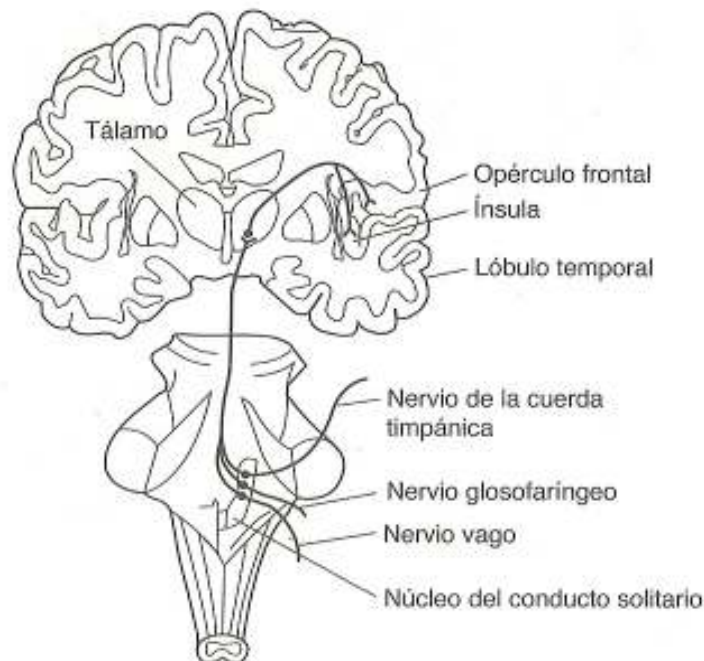
Lawless (1980, 2001) plantea que aproximadamente uno de cada tres sujetos no logra percibir el sabor de una sustancia denominada 6-n-propiltiuracilo o PROP, mientras que el resto sí puede hacerlo (catadores). Estos sujetos registran un sabor más amargo tanto en la cafeína como en el queso suizo y el cheddar. Se ha visto que aquellas personas que perciben el sabor del PROP cuentan con un mayor número de botones gustativos (Bartoshuk y Beauchamp, 1994) lo cual determinaría diferentes experiencias gustativas. Esto se constituye en un ejemplo del efecto de los receptores en la percepción. Este proceso perceptivo depende también del procesamiento que ocurre a partir de aquí, es decir, *a posteriori* de los receptores.

Las señales eléctricas gustativas se transmiten por dos vías a partir de la lengua: el nervio de la cuerda timpánica y el nervio glossofaríngeo, llevando cada una señales de distintas regiones, como se observa en la Figura 3.1. El nervio vago lleva las señales de los receptores ubicados en la boca y la laringe. Las fibras de estos tres nervios se conectan a nivel del núcleo del conducto solitario ubicado en el tallo encefálico. Desde allí viajan al tálamo y a dos áreas del lóbulo frontal: la ínsula y la corteza del opérculo frontal (Finger, 1987; Frank & Rabin,

1989). Además, las fibras del sistema del gusto llegan a la corteza orbital frontal que también recibe estímulos provenientes de la vía olfatoria (Rolls, 2000). La Figura 3.1 representa la vía central de las señales del gusto.

### FIGURA 3.1

Vía central de las señales del gusto (adaptado de Frank & Rabin, 1989, por Goldstein, 2005).



Existen proyecciones indirectas desde el núcleo del conducto solitario a través de la protuberancia hasta el hipotálamo y la amígdala que probablemente influyan en la saciedad, el sabor agradable y otros estados afectivos que se asocian con el gusto (Purves *et al.*, 2001).

En la corteza orbital frontal (COF) se combinan inicialmente las respuestas del gusto y el olfato ya que esta área recibe señales tanto de las áreas corticales primarias para el gusto, como de las áreas primarias para el olfato. La COF recibe también impulsos de la corteza somatosensorial primaria y de la corteza inferotemporal en la vía visual del qué (Rolls, 2000). Es por esta convergencia de neuronas que provienen de sentidos diferentes que la COF contiene varias neuronas bimodales que responden a más de un sentido. Una característica fundamental de dichas neuronas bimodales es la de responder a cualidades similares, de tal manera que una célula que responde al sabor de las frutas rojas también lo hará a su olor. Debido a esta característica y por ser la COF el primer lugar en el que se combina la información del gusto y del olfato, Rolls y Baylis (1994) han planteado que la COF funcionaría como centro cortical para la detección del sabor y para la representación perceptual de los alimentos. Existe otro elemento fundamental para plantear a la COF como primordial en la percepción del sabor y es que, a diferencia de las neuronas del área primaria del gusto que no se ven afectadas por el hambre, las neuronas de la COF se disparan influenciadas por el hecho de que un animal desee saciar su hambre con un alimento específico (Goldstein, 2005).

A nivel de corteza poco se sabe acerca del manejo que se hace de la información gustativa que llega, pero sí se ha podido observar que las células corticales del gusto responden a tres de los cuatro estímulos básicos del gusto, de la misma forma que los corpúsculos gustativos van a responder con mayor

intensidad solamente a uno o dos de ellos (Yamamoto, Yuyama & Kawamura, 1981).

### *3.3 Procesos cognitivos relacionados con la percepción gustativa*

Los sabores de todas las comidas se componen de combinaciones de cuatro gustos: dulce, ácido, salado y amargo (Bartoshuk & Beauchamp, 1994; Scott y Plata-Salaman, 1991). Se ha propuesto un quinto gusto básico denominado umami, al cual se describe como carnosos, jugoso y salino con una clara vinculación con las propiedades del glutamato monosódico (Nagodawithana, 1995; Scott, 1987). Este gusto, cuya denominación significa delicioso, es claramente primario para otras culturas como la japonesa (Purves *et al.*, 2001). Las terminaciones nerviosas libres de la boca aparentemente se irritan con las comidas picantes, lo cual provee otra fuente de información gustativa que no se encuentra directamente relacionada a los botones gustativos (Lawless, 1984).

Henning, en el año 1927, fue quien propuso un tetraedro del gusto, es decir, una figura de cuatro lados con un sabor básico en cada vértice. Esta clasificación de cuatro sabores básicos es la que predomina hoy en día. Sin embargo, algunos investigadores plantean la existencia de más sabores. Dentro de este grupo, Schiffman y Dackis (1975) aportaron evidencia que postula la existencia además, de tres propiedades del sabor: alcalino, sulfuroso y graso. En Japón, se vio que las personas que catalogan sabores adicionan una quinta clasificación, la del *ac'cent* que es empleado con frecuencia en sus comidas (O'Mahony y Ishii, 1986).

Erickson (1982), Schiffman y Erickson (1980) proponen la existencia de más de cuatro sabores primarios básicos ya que las mezclas entre ellos pueden tener un sabor diferente a cada uno de sus componentes tomados separadamente. Frente a esto, Bartoshuk (1980) sostiene que los componentes de las mezclas pueden reconocerse de manera individual y McBurney y Gent (1979) apoyan el modelo de los cuatro sabores primarios. McBurney (1978) inclusive, ha sugerido que propiedades como la alcalinidad provienen de sensaciones procesadas por mecanismos distintos al de las papilas gustativas. Los sabores agrios son más perceptibles a los lados de la lengua, mientras que el paladar blando percibe mejor los amargos. Los sabores salados y dulces se perciben mejor en la punta de la lengua, siendo la parte central de ésta insensible, en gran medida, a todos los sabores (Matlin & Foley, 1996).

Las concentraciones umbrales para la mayoría de las sustancias gustativas que se ingieren son muy altas. A pesar de esto, el sistema debe ser capaz de detectar con concentraciones menores, aquellos compuestos vegetales de sabor amargo que son peligrosos. Por esto es que la concentración umbral tanto para la quinina como la estricnina es baja (Purves *et al.*, 2001).

Por regla general no se puede percibir el gusto de algo a no ser que se encuentre, aunque sea parcialmente, disuelto en la propia saliva (Seuling, 1986). Debido a esto, no se puede atribuir gusto al mármol. Una excepción a este principio ocurre si el estímulo modifica la temperatura de la lengua, tanto es así que un calentamiento de la zona anterior de la lengua puede producir que se perciba un sabor dulce, mientras que un enfriamiento de esta misma región

conduce a la percepción de un sabor salado o dulce. Además, los cambios de temperatura producen diferentes sabores en distintas partes de la lengua (Cruz y Green, 2000). Por último, la lengua también es sensible a las texturas, lo cual influye en la forma de saborear distintas comidas. Esta característica ha conducido a modelos de investigación en los cuales se traducen formas visuales en patrones de estimulación sobre la lengua que permite a personas ciegas una interpretación que les posibilita “ver” los contornos rugosos de los objetos (Sampaio, Maris & Bach y Rita, 2001).

En cuanto a la codificación de la información sensitiva para el gusto se han planteado dos hipótesis: la de la línea indicada y la hipótesis de la computación de estímulos. El primer paradigma postula que las células gustativas se encuentran tipificadas como respondientes preferentemente a uno de los cuatro estímulos primarios, el cual será el que evocará la mayor cantidad de potenciales de acción por unidad de tiempo. De esta hipótesis se desprende la observación de que la información gustativa se transmite hacia el encéfalo por vías que mantienen las clases de mejor fibra. Por otra parte, el paradigma de la computación de estímulos establece que la característica central de la codificación es la respuesta a una señal a través de todas las fibras (Purves *et al.*, 2001). A partir del núcleo del conducto solitario y hasta la corteza, aumenta la selectividad química de las neuronas gustativas, lo cual implicaría un afinamiento de los perfiles de respuesta a nivel del procesamiento central. Esto le permitiría al sistema extraer información específica sobre las sustancias colocadas en la boca. Parecería entonces que la codificación del sistema nervioso tanto para el sentido del gusto, como para el del

olfato comprende conjuntos de neuronas a través de todo el sistema gustativo (Purves *et al.*, 2001).

La investigación ha mostrado que las personas tienen más dificultad para detectar la mayoría de los sabores cuando se les bloquea el olfato (Hyman, Mentzer & Calderone, 1979). Más todavía, cuando además cierran los ojos eliminando de esta manera, los procesamientos *top-down* que podrían completar la percepción del sabor (Kosslyn & Rosenberg, 2004; Razumiejczyk, Macbeth y López Alonso, 2008b).

En cuanto a la detección de estímulos, en algunos casos es diferente de su identificación. El umbral de reconocimiento se constituye para el gusto en la concentración de una sustancia que se hace necesaria para poder identificarla mediante alguna propiedad (McBurney, 1978). Se denomina umbral diferencial a aquella mínima diferencia entre dos estímulos que hacen que una persona pueda reconocerlos.

Kelling y Halpern (1983) descubrieron que se podía determinar el sabor de un estímulo a partir de un contacto tan breve como de 0,1 segundos. En el sentido del gusto se da también el fenómeno de la adaptación, lo que significa una disminución de la sensibilidad luego de la presentación continua de un estímulo. Bartoshuk (1991) demostró que la adaptación se produce tanto para sustancias condimentadas como para las cuatro propiedades básicas del gusto. Si una sustancia química permanece en la lengua suficiente tiempo deja de ser percibida, tal el caso de la saliva. De esto se concluye que para obtener el gusto completo de

los alimentos conviene cambiar con frecuencia los tipos de alimentos que se ingieren o esperar tiempos suficientes entre plato y plato, lo cual Purves *et al.* (2001) señalan que ha sido bien aprovechado por los dueños de los restaurantes.

Si bien existe suficiente consenso entre los investigadores en atribuirle a la temperatura influencia sobre el gusto, en cuanto a la naturaleza exacta de dicha relación existen diferencias. McBurney (1978) establece que la mayoría de los estudios indican que las personas son más sensibles a los sabores cuando la sustancia que degustan se encuentra a temperatura ambiente o corporal. También se constata que las sustancias agrias son menos sensibles a los cambios de temperatura que las saladas, dulces o amargas. Existen diferencias culturales sobre el efecto de la temperatura en el gusto por lo cual podría inferirse que esta vinculación es aprendida. Zellner, Stewart, Rozin y Brown (1988) estudiaron que la preferencia de la gente en cuanto al té o a la leche chocolatada era fría o caliente más que a temperatura ambiente. La preferencia de la temperatura de la cerveza también varía de una cultura a otra: los estadounidenses la prefieren fría mientras que otras culturas la toman a temperatura ambiente. La moussaka griega es preferida por los griegos a 25°C de temperatura mientras que los estadounidenses optan por consumirla a temperaturas más altas, alrededor de los 45°C (Matlin & Foley, 1996). Cuando a las personas se les administran bebidas poco usuales, éstas las prefieren frías en lugar de a temperatura ambiente. Esto es así a menos de que se les comunique previamente que estas bebidas se consumen a temperatura ambiental. Como no son bebidas usuales, las personas no tienen formada su opinión a este respecto, lo cual hace que las disfruten tanto a



temperatura fría como ambiental. Puede decirse que la temperatura posee cierto efecto tanto sobre los umbrales como sobre las preferencias del sabor. Al mismo tiempo, las preferencias de temperatura para los alimentos y las bebidas son aprendidas (Matlin & Foley, 1996).

### *3.4 La percepción gustativa: experiencia del sabor*

Goldstein (2005) resalta la obsesión actual de la sociedad por el sabor de las comidas y plantea que la mayor parte de las personas se alimentan más por el placer que este acto trae aparejado que por la necesidad de supervivencia. Purves *et al.* (2001) definen sabor de un estímulo como la combinación perceptible de información que proviene del gusto y del olfato.

Según Ackerman (1990) la cualidad de onmívoros de los humanos, animales que comen casi de todo, señala el impresionante número de alimentos y sabores a los que los seres humanos se encuentran expuestos. Al masticar se perciben consistencias y se procesan distintas propiedades de las texturas que forman parte de la experiencia del sabor. Lawless (2001) caracteriza al sabor como la impresión general que se experimenta por la combinación entre la estimulación oral y nasal. El proceso olfatorio, a través de la ruta retronasal, favorece el proceso del gusto. Por esto es que si se cierran las fosas nasales no se obstruye la comunicación entre boca y rinofaringe pero sí se suprime la circulación del aire a través de este conducto impidiendo que los estímulos olorosos de lo que se está degustando lleguen a los receptores olfativos (Murphy

& Cain, 1980; Razumiejczyk *et al.*, 2008b). Estos procesos señalan que el gusto no se establece solamente por la estimulación de la lengua, sino que también contribuyen a él las estimulaciones de los receptores olfatorios.

Teniendo en cuenta la complejidad de los estímulos químicos que crean los sabores, es notable que se logre aislar uno en particular dentro de un espectro. Este proceso de organización perceptual es de un tenor similar al que se aplica cuando se aíslan los instrumentos particulares dentro de una orquesta sinfónica o los objetos individuales en una escena visual.

El color de un estímulo también puede influir en el sabor. Johnson y Clydesdale (1982) concluyeron que las soluciones de azúcar pintadas de rojo eran percibidas como más dulces que las soluciones sin color. Otros experimentos encontraron que se confundía el sabor porque el color no era el correspondiente, tal el caso de la confusión al atribuirle sabor a naranja a una bebida de cereza de color anaranjado (DuBose, Cardello & Maller, 1980). Puede establecerse que la entrada de información visual, en especial el color impacta tanto sobre el olfato, como sobre el gusto. De esta manera, los colores inapropiados de los alimentos pueden cambiar las preferencias por los mismos (Matlin & Foley, 1996). Experiencias realizadas por Morrot, Brochet y Dubordieu (2001) también han mostrado que las pistas de color pueden alterar la percepción del gusto. Al darle de beber vino blanco de color tinto a expertos catadores se observó que esto influía sobre su percepción. Un estudio realizado por Moir (1936) en el cual sirvió un *buffet* inusual, esto es, muchos de los alimentos que presentó tenían colores que no eran los que les correspondían, produjo que muchos de los comensales

expresaran quejas por la falta de sabor de los alimentos consumidos e, inclusive, varios reportaron sentirse mal después.

Existen interacciones entre el olfato y el gusto y es altamente probable que nunca se encuentren separados más que en ciertas condiciones experimentales logradas en laboratorios. Stevens y Cain (1986) realizaron experimentos con diferentes concentraciones de soluciones y encontraron que al taparse la nariz la intensidad del sabor era mínima. Al comparar los resultados entre sujetos jóvenes y de mayor edad, encontraron evidencia que muestra que la edad conlleva cierta pérdida de la capacidad de combinar la información del olfato y el gusto. En cuanto a la interacción entre el olfato y el gusto para determinar el sabor, la investigación respalda la noción de que la intensidad de los sabores percibidos se debe tanto a la intensidad del sabor como a la del olor (Enns & Hornung, 1988). Las respuestas de las neuronas de la COF se encuentran influenciadas por el hambre. Rolls, Critchley, Mason y Wakeman (1996) plantean que también podrían estarlo por el aprendizaje de asociaciones entre el olfato y el gusto. Con experiencias en laboratorio encontraron que la sintonización de neuronas de la COF con olores específicos puede ser moldeada por los gustos con los que se asocian, lo que claramente apuntaría a características de plasticidad. Este rasgo lo encontraron en algunas neuronas y en otras no, por lo cual puede verse que no todas muestran un efecto de aprendizaje.

Diferentes sentidos reciben información correlacionada acerca de los mismos objetos externos y esta información se combina para formar determinados perceptos multimodales (Calvert, Spence & Stein, 2004; Driver & Spence, 2000).

La integración transmodal entre los sentidos del gusto y el olfato ocurre con fuerte sinergia en la construcción del sabor (Auvray & Spence, 2008; Djordjevic, Zatorre & Jones-Gotman, 2004; Small & Prescott, 2005; Stevenson & Tomiczek, 2007). Las experiencias de Stevenson y Boakes (2004) han marcado la relevancia del olor en la percepción del tono dulce de las bebidas. Mientras que esta asociación es de naturaleza evidente, otras asociaciones transmodales se han comprobado entre sensaciones aparentemente distantes y no relacionadas tal el caso del tono y el tamaño visual (Evans & Treisman, 2010; Parise & Spence, 2008), color y sabor (O'Mahony, 1983), aroma y color (Dematté, Sanabria & Spence, 2006) y sonido y color (Ramachandran & Hubbard, 2003; Ward, Huckstep & Tsakanikos, 2006). Apoyándose en estudios recientes que han establecido asociaciones entre la percepción auditiva y la gustativa (Crisinal & Spence, 2009, 2010a) Mesz, Trevisan y Sigman (2011) comprobaron asociaciones entre los nombres de los cuatro gustos básicos (dulce, salado, amargo y agrio) y parámetros musicales específicos en producciones musicales inducidas a partir de ellos (por ejemplo, la palabra salado con el *staccato* y la palabra dulce con música consonante, lenta y suave). Para investigar esta asociación entre gusto y música les pidieron a músicos experimentados que improvisaran de acuerdo a las palabras que definen los gustos, de tal manera de encontrar el gusto de la música. Los investigadores utilizaron palabras en lugar de estímulos gustativos para explorar la correlación entre música y gusto. La utilización de palabras gustativas ha planteado ser una forma válida de evocar sabores (Crisinal & Spence, 2010b) pero queda abierta la posibilidad de continuar las investigaciones utilizando genuinos estímulos gustativos.

Las preferencias hedónicas o hedonismo suponen valoraciones de gusto y disgusto lo cual es crucial en la respuesta perceptual a los alimentos ingeridos. Si se considera la amplia variedad de alimentos que para las personas de una cultura pueden ser apetitosos mientras que para las de otra cultura pueden no serlo, se puede inferir que las preferencias hedónicas deben ser en su mayor parte aprendidas (Matlin & Foley, 1996). A pesar de esto, dentro de una misma cultura, existen diferencias individuales significativas. Bertino, Beauchamp y Engelman (1982) mostraron que las personas que se encuentran realizando dietas bajas en sodio durante varios meses terminan prefiriendo alimentos menos salados que antes de realizar la dieta. Las diferencias entre personas se dan no sólo en las preferencias, sino también en las aversiones. Con frecuencia, los rechazos a determinados alimentos son aprendidos y producto de que esos alimentos al ser consumidos le produjeron náuseas o mareos a la persona (Matlin & Foley, 1996). Las aversiones aprendidas pueden estar correlacionadas al desarrollo de alteraciones al comer (Bernstein & Borson, 1986). Las aversiones aprendidas son respuestas condicionadas al sabor del alimento o al lugar de la comida y producen posteriormente una evitación (Bernstein, 1978; Bernstein & Weber, 1980; Klein, 1994; Logue, 1985; Morrison, 1976). Aunque transcurran varias horas después de la experiencia con el alimento, igualmente se puede desarrollar aversión al sabor; esta asociación del sabor con el malestar demorado se denomina aprendizaje demorado. Es la saliencia lo que afecta la intensidad del aprendizaje de la aversión al sabor, de tal manera que algunos estímulos se asocian con el malestar con mayor probabilidad que otros. Se han propuesto dos teorías para explicar este mecanismo aversivo. Una de ellas, la teoría de la seguridad aprendida (Kalat &

Rozin, 1971), postula que los animales consumen solamente una pequeña porción de un alimento nuevo (neofobia ingestiva) siendo ésta una reacción adaptativa que le asegura que ese alimento, de estar envenenado o ser nocivo, no lo matará. Si se enferma a partir de esa ingesta, el animal desarrollará una aversión condicionada; por el contrario la seguridad aprendida lo hará superar el rechazo al alimento nuevo y alimentarse de aquello que asegure su supervivencia. Una segunda teoría es la de la interferencia concurrente planteada por Revusky (1971) quien postula que después de haber comido es poco probable que el animal tome otro alimento durante varias horas, lo cual produciría el aprendizaje demorado en la aversión al sabor como resultado de la inexistencia de interferencia concurrente. Es la evolución la que ha producido aquellos mecanismos neurales de motivación, aprendizaje y memoria que resultan fundamentales para esta identificación de comestibles (Molero Chamizo, 2007). Esta protección contra la posibilidad de un envenenamiento mortal se encuentra tanto en invertebrados primitivos (Gelperin, 1975), como en especies de animales de mayor desarrollo cerebral incluyendo a los seres humanos (Bernstein, 1999). El condicionamiento aversivo gustativo es uno de los modelos experimentales usados con mayor frecuencia para estudiar los mecanismos del aprendizaje y la memoria debido a su solidez y su facilidad para instrumentar (Molero Chamizo, 2007).

### *3.5 Conclusiones*

El bloqueo del olfato genera dificultades en la identificación de sabores. Se ha comprobado que gusto y olfato no se encuentran separados más que en determinadas condiciones de laboratorio. Las preferencias hedónicas se

encuentran fuertemente influenciadas por el aprendizaje y la cultura, si bien existen diferencias individuales entre sujetos. Las diferencias entre sujetos también se dan en las aversiones.

La entrada de información que proviene de todos nuestros sistemas sensoriales es procesada de manera continua. El mundo no contiene solo información visual, táctil, auditiva, etc. sino que es un universo rico en información de toda clase. En un momento dado, se puede elegir enfatizar un sentido por sobre el otro pero no se puede pensar que la información del olfato y del gusto es de segunda categoría ya que esto equivaldría a desconocer la experiencia unitaria que brinda el mundo complejo provisto de una enorme cantidad de información (Matlin & Foley, 1996).

## **CAPÍTULO 4**

# **MEMORIA OPERATIVA EN RELACIÓN CON LAS MODALIDADES SENSORIALES**

### *4.1 Introducción*

Aunque diversos autores utilizan los términos de memoria a corto plazo, memoria de trabajo y memoria operativa, en la presente tesis se denominará a este sistema de memoria como memoria operativa.

La memoria operativa es definida por Baddeley (1995) como la interfase entre la memoria y la cognición, siendo el sistema que mantiene y manipula información de manera temporal por lo cual se constituye en elemento necesario para la ejecución de tareas cognitivas complejas como la comprensión, el razonamiento y el aprendizaje. Esta idea presupone que la memoria, así como otras capacidades cognitivas complejas, ha evolucionado de tal manera que permite al organismo manejarse en un mundo que es complejo pero, a la vez, estructurado; es decir, con suficientes constantes que le permitan utilizar el pasado como predictor del futuro. Esto significa valerse del aprendizaje y la memoria.

Antes de que tenga lugar el aprendizaje, el organismo debe percibir el mundo apoyándose en que la información sensorial obtenida a través de diversos



canales tiene una alta probabilidad de estar correlacionada. Los objetos, además de poseer características tanto visuales, como espaciales, tienen seguramente aspectos táctiles, olfatorios y gustativos asociados. Es lógico suponer que tanto la percepción, como la integración de estos diferentes canales de información se beneficiarán con alguna forma de almacenaje transitorio que permita un procesamiento más prolongado y que atienda a los distintos tiempos en que la información arriba (Baddeley, 1995). En casos como el sabor de una naranja, por ejemplo, la información del canal visual llegará significativamente antes que la del otro canal, el gustativo. Esta capacidad de integración perceptual necesita de alguna forma de memoria operativa.

Un sistema de memoria operativa puede coordinar información que proviene de distintas fuentes lo cual ayuda a la organización perceptual, aunque no necesariamente se beneficia de la experiencia pasada (Baddeley, 1995).

#### *4.2 Interferencia stroop intermodal*

Algunos estudios analizan los diferentes sentidos (visión, audición, tacto, olfato, etc.) de manera aislada como si cada modalidad sensorial fuese un módulo completamente separado (Driver & Spence, 2000). En muchas situaciones, sin embargo, los sentidos reciben información correlacionada acerca de un mismo objeto exterior o suceso y esta información se combina en el cerebro de tal forma que determina perceptos multimodales (Driver & Spence, 2000). Precisamente la integración intermodal es un caso paradigmático de la necesidad de ir más allá de

la modularidad (Bertelson, 1999; Calvert, Campbell & Brammer, 2000; Driver & Spence, 1998; Massaro, 1999). Ejemplos como el efecto McGurk (McGurk & MacDonald, 1976) que puede producir que los movimientos de los labios (percibidos de manera visual) puedan alterar qué fonema se escuche para un sonido particular (Massaro, 1999) o el efecto ventriloquia que altera la aparente localización de un sonido (Bertelson, 1999) son casos de integración intermodal. Efectos similar ventriloquia en la localización auditiva pueden darse cuando un evento visual, por ejemplo un fogonazo de flash se sincroniza con un sonido difícil de localizar, caso un tono que carezca de sentido (Radeau, 1994; Spence & Driver, 2000). El ventriloquismo también puede establecerse entre estímulos táctiles y visuales (Pavani, Spence & Driver, 2000). De igual manera, efectos similar McGurk pueden darse para estímulos que no sean del habla, tal el caso de la audición y la visión de instrumentos musicales (Saldaña & Rosenblum, 1993) y también para otros pares de modalidades. Un ejemplo es que al perturbar los ruidos de manos que se estrechan se puede afectar la percepción de la textura de la piel (Jousmäki & Hari, 1998). De la multiplicidad de ejemplos se infiere que la integración intermodal es más la regla que la excepción en el mundo de la percepción (Driver & Spence, 2000). Este mecanismo es altamente adaptativo de tal manera que las múltiples fuentes de información, es decir, las distintas modalidades se combinan de tal manera de proporcionar la información más ajustada posible acerca de las propiedades externas (Driver & Spence, 2000).

Sin embargo, los sujetos no siempre son capaces de procesar dos fuentes de información de manera simultánea (Baddeley, 1995; Roberts & Hall, 2008; Stroop,

1935; Weissman *et al.*, 2004; White & Prescott, 2007). Dentro de esta línea, Stroop (1935) realizó un experimento en el que los estímulos eran palabras cuyos significados aludían a colores, escritas en tintas iguales o diferentes a las que se referían dichas palabras (de tal manera que la palabra AZUL por ejemplo, estaba escrita con tinta amarilla). La consigna requería nombrar el color de la palabra en el menor tiempo posible. Los resultados mostraron que cuando los estímulos eran congruentes, o sea, color y significado eran el mismo, se registraban mayores aciertos y menores tiempos de reacción (MacLeod, 1991). En oposición, cuando los estímulos eran incongruentes, los participantes evidenciaban significativamente mayor tiempo de reacción en sus respuestas. Aplicando la hipótesis de automaticidad que postula que leer una palabra es un proceso más automático que nombrar su color (Brown, Ross-Gilbert & Carr, 1995; LaBerge, 1990; Posner & DeHaene, 1994) puede establecerse que cuando los estímulos son incongruentes, la demanda de procesamiento en la memoria operativa será más ardua y privilegiará el proceso automático de lectura de palabra antes que el procesamiento del color, lo cual podría explicar los resultados obtenidos. El procesamiento automático en la prueba *stroop* puede describirse de acuerdo a los siguientes parámetros: en primer lugar el procesamiento se produce siempre ante el estímulo apropiado, lo cual ocurre con independencia de intencionalidad; en segundo lugar, dicho procesamiento no es accesible a la conciencia por lo que no puede detenerse una vez comenzado el proceso; y finalmente, no demanda recursos atencionales (Posner & Snyder, 1975; Schneider & Shiffrin, 1977 y Shiffrin & Schneider, 1977). Otros autores, han explicado este fenómeno *stroop* como proceso de atención selectiva (Lamers y Roelofs, 2007) que implicaría el

efecto de competencia atencional entre estímulos (Cho, Lien & Proctor, 2006; Kahneman & Chajczyk, 1983; Kim, Cho, Yamaguchi & Proctor, 2008 y Mitterer, LaHeij & Van der Heijden, 2003).

Cho *et al.* (2006), Kahneman y Chajczyk (1983) y Mitterer *et al.* (2003) atribuyeron una capacidad limitada al proceso de identificación del color de la palabra en la mencionada prueba *stroop*, por lo cual puede decirse que esta prueba evalúa aspectos ejecutivos del control intencional requerido por la atención selectiva (Banich *et al.*, 2000; MacLeod, 1991, 1992). En la tarea solicitada se deben inhibir distractores para poder cumplir con el procesamiento de lo que la prueba requiere y por eso se habla de atención selectiva (Kim, Kim & Chun, 2005; Sreenivasan & Jha, 2007). La interferencia *stroop* se produce cuando la función ejecutiva de la atención falla, fruto de distractores que son incongruentes con la respuesta que se espera. Cuando la función ejecutiva de la atención falla por diversos distractores, se produce un mayor tiempo de reacción o se cometen más errores en las respuestas.

El fenómeno *stroop* se ha estudiado en la modalidad visual (Stroop 1935; Houwer 2003) pero también en situaciones intermodales como la visión y la audición (Cowan, 1989; Cowan & Barron, 1987; Hanauer & Brooks, 2003; Roberts & Hall, 2008; Roelofs, 2005; Weissman *et al.*, 2004), la visión y el gusto (Razumiejczyk, Macbeth y Adrover, 2011), visión y olfato (Allen & Schwartz, 1940; Börnstein, 1936; Gilbert, Martin & Kemp, 1996; Morrot *et al.*, 2001; Pauli, Bourne, Diekmann & Birbaumer, 1999) y entre el olfato y el gusto (Prescott *et al.*, 2004; Rolls, 2004; Stevenson & Boakes, 2004; White & Prescott, 2007). Las experiencias

de Morrot *et al.* (2001) apuntaron al sesgo que ejercen las claves visuales sobre el juicio olfatorio, de tal manera que experimentados enólogos al saborear vino blanco coloreado, cometían errores. Por su parte, Stevenson y Boakes (2004), han realizado experiencias comprobando la influencia del olor sobre la percepción de cuán dulce es una bebida. Pauli *et al.* (1999) estudiaron cómo los olores ejercían un efecto de *priming* sobre las palabras influyendo en la velocidad de denominación de la tinta de palabras vinculadas al olfato.

McCown y Arnoult (1981) modificaron la prueba original de Stroop (1935) mostrando a los sujetos la palabra verticalmente versus horizontalmente y utilizando la palabra referida al color completa versus las tres primeras letras de la misma, encontrando interferencias equivalentes en todos los casos. Regan (1978) encontró interferencias aún utilizando la primera letra en un color conflictivo. Kamlet y Egeth (1969) introdujeron otra variación al escribir los nombres de los colores en letras blancas sobre cintas plásticas de colores y solicitando luego a los sujetos nombraran los colores de las cintas. La interferencia observada fue casi idéntica a las experiencias originales de Stroop (1935). A fin de examinar la integración del estímulo, Dyer (1973) separó la palabra del color correspondiente, ubicando una a cada lado del punto de fijación. De una manera similar, Kahneman y Chajczyk (1983) colocaron la palabra por arriba o por debajo de una mancha de color en sus estudios acerca de la automaticidad. Ambos estudios hallaron interferencias significativas. Por su parte, Dyer y Severance (1973) también separaron la palabra del color correspondiente, presentando una palabra referida a un color incongruente 0,25; 50 ó 100 milisegundos antes que una mancha de

color. Encontraron que si bien había interferencia en todos los casos, ésta era aproximadamente la mitad de la que se observaba cuando los estímulos se encontraban integrados (MacLeod, 1991).

Rosinski, Golinkoff y Kukish (1975) observaron que colocando palabras incongruentes dentro de figuras, se producía una interferencia significativa en la tarea de nombrar las figuras. Por otro lado, la aparición de figuras incongruentes tiene un efecto muy pequeño sobre la tarea de lectura de palabras. Por su parte, Rosinski (1977) encontró que las palabras ejercían mayor interferencia si pertenecían a la misma categoría que la figura. Las tareas que involucran figuras y palabras presentan mayor flexibilidad ya que permiten un número más grande de manipulaciones que las tareas de palabra-color (MacLeod, 1991).

En 1973, Hamers presentó una prueba *stroop* auditiva en la cual los sujetos debían decir la palabra bajo y alto en condiciones de congruencia y de incongruencia con el tono de voz bajo o alto. Refirió una fuerte interferencia.

Las interacciones entre tacto y visión han sido estudiadas por Werner y Schiller (1932) y por Guest y Spence (2003a, 2003b) y las establecidas entre tacto y audición por Werner y Schiller (1932), Lederman (1979), Guest, Catmur, Lloyd y Spence (2002) y Lederman y Klatzky (2004).

La percepción táctil y la percepción de texturas de manera particular, se ha visto está fuertemente influenciada por información multisensorial (Heller, 1982). En estudios realizados por Guest *et al.* (2002) se observó que la percepción de la cualidad abrasiva del papel de lija podía ser sistemáticamente alterada cambiando

los sonidos producidos por la lija. En cuanto a la afirmación de que la percepción táctil puede ser afectada por diferentes olores que actúan sobre la percepción de la suavidad de un género, estudios realizados por Laird (1932) hace más de setenta años postularon que el juicio de las mujeres respecto a la calidad de las medias de seda se encontraba fuertemente ligado al aroma con el cual estaban impregnadas dichas medias. En este caso, las mujeres del estudio preferían y juzgaban de mejor calidad las medias con aroma a narciso por sobre las de aroma natural pese a que ambas eran de calidad semejante. Cox (1967), Byrne-Quinn (1988) y Fiore (1993) han realizado experimentos que también vinculan la percepción táctil con señales olfatorias. Por su parte, Dematté, Sanabria, Sugarman y Spence (2006) realizaron experiencias que evaluaron una fuerte vinculación entre el procesamiento olfatorio y táctil al establecer que los sujetos estudiados percibían como más suave una tela perfumada con limón que una misma tela con un olor a animal. Esto nuevamente estableció que las claves olfatorias pueden modular la percepción táctil.

Los efectos intermodales *stroop* sugieren que la información originada en diferentes canales sensoriales compite por los recursos cognitivos disponibles (White & Prescott, 2007). White y Prescott (2007) realizaron un experimento en el cual solicitaron a los participantes que identificaran el estímulo gustativo que les fue administrado junto con un estímulo olfativo. En dicho estudio generaron tres condiciones según la presentación de los pares de estímulos (gustativo-olfativo). Una primera condición era de congruencia en la que tanto el estímulo gustativo como el olfativo pertenecían al mismo objeto. Una segunda condición era de

incongruencia, en la que el estímulo gustativo y el olfativo no pertenecían al mismo objeto y una tercera operaba de control, el estímulo olfativo era agua. Los resultados mostraron que cuando el estímulo gustativo y el olfativo se referían al mismo objeto, el participante tendía a identificar el estímulo gustativo correctamente, esto es, se observó una facilitación en la identificación de los estímulos gustativos en la condición de congruencia. Sin embargo, cuando la condición era de incongruencia se observaron dificultades en la identificación de los estímulos gustativos. White y Prescott (2007) puntualizaron la estrecha relación cognitiva entre los sistemas sensoriales gustativo y olfativo que evidenció la facilitación en la identificación de los estímulos congruentes, así como la dificultad en la identificación de los estímulos incongruentes. Asimismo, enfatizaron en el significado adaptativo de los resultados dado que la facilitación en la identificación de los estímulos congruentes reside en la importancia biológica de la discriminación rápida y precisa de los compuestos nutritivos en oposición a los compuestos potencialmente tóxicos antes de su consumo.

También en línea con la identificación de estímulos gustativos, Razumiejczy *et al.* (2011) plantearon un experimento en el cual administraron estímulos gustativos a la vez que se presentaban imágenes fotográficas en la pantalla de la computadora a fin de estudiar la interferencia entre representaciones gustativas y visuales por imágenes fotográficas. Sus resultados muestran que la interferencia *stroop* en la memoria operativa resulta menor en el nivel de estímulos congruentes, de manera similar a lo observado por White y Prescott (2007).



En esta misma línea, la pregunta de investigación que guía la presente tesis es la siguiente: ¿Los distractores auditivos interfieren en la identificación de estímulos gustativos en la memoria operativa? La hipótesis de trabajo afirma que la interferencia entre representaciones gustativas y auditivas en la memoria operativa es mayor cuando se presentan distractores auditivos que dificultan la identificación de estímulos gustativos y que, en oposición, esta interferencia es menor cuando no se presentan distractores en la identificación de estímulos gustativos. Esta hipótesis se justifica por los resultados de estudios previos intermodales entre el gusto y el olfato (Prescott *et al.*, 2004; White & Prescott, 2007). Se espera encontrar la misma tendencia en relación con las modalidades gustativa y auditiva.

### 4.3 Conclusiones

La memoria operativa se define como un sistema que mantiene y manipula temporalmente información (Baddeley, 1999; Lepsien & Nobre, 2007). Este sistema permite al sujeto desenvolverse en el complejo mundo en el que habita aunque dicho mundo no sea predecible (Baddeley, 1995). De este modo, la percepción y el procesamiento de la información en la memoria operativa son procesos cognitivos complejos (Frank, Van der Klaaw & Schifferstein, 1993; Razumiejczyk *et al.*, 2008b). Un gran número de estudios muestra que la información percibida a través de una determinada modalidad sensorial puede

influir sobre la percepción de atributos de estímulos asociados con otras modalidades sensoriales.

Los seres humanos, como todo organismo, pueden mantener información en memorias transitorias de tal manera de guiar el procesamiento de la información (Anderson, 2001). Resulta relevante la definición de aprendizaje que aporta Anderson (2001) como proceso de adaptación del comportamiento a la experiencia y, al ser la memoria para este autor el registro permanente detrás de esta adaptación, queda claramente establecida una relación entre aprendizaje y memoria. En tal sentido, Squire (1987) define el aprendizaje como el proceso que permite adquirir información nueva y a la memoria como la persistencia del aprendizaje de tal manera que se pueda acceder a él en un futuro. Existen muchas investigaciones que vinculan la mejoría de la memoria a partir de un aumento de la práctica por lo cual los recuerdos aumentarán conforme aumente su práctica (Anderson, 2001). De este modo, memoria y aprendizaje se encuentran relacionados e, inclusive, diversos autores definen al aprendizaje como el proceso por el cual se adquiere la memoria (Gluck & Myers, 1993; Marr, 1971). Por lo tanto, cualquier investigación que explique la memoria operativa realiza, asimismo, aportes relevantes al campo del fenómeno del aprendizaje desde condiciones directas hasta contextos ambientales más complejos. Desde esta perspectiva, la pregunta de investigación que guía la presente tesis es la siguiente: ¿Los distractores auditivos interfieren en la identificación de estímulos gustativos en la memoria operativa? La hipótesis de trabajo afirma que la interferencia entre representaciones gustativas y auditivas en la memoria operativa

es mayor cuando se presentan distractores auditivos que dificultan la identificación de estímulos gustativos y que, en oposición, esta interferencia es menor cuando no se presentan distractores en la identificación de estímulos gustativos. Esta hipótesis se pone a prueba en el Capítulo 5.

## CAPÍTULO 5

### EXPERIMENTO

#### *5.1 Introducción*

En línea con el trabajo de White y Prescott (2007) el presente experimento propone a los participantes la identificación de estímulos gustativos administrados junto a estímulos auditivos en condiciones de congruencia entre ambos, incongruencia y control.

El objetivo del presente experimento es evaluar la interferencia del procesamiento entre las representaciones gustativas y auditivas en la memoria operativa y específicamente comparar el tiempo de reacción y el número de aciertos entre los estímulos congruentes, incongruentes y controles.

#### *5.2 Método*

*5.2.1 Participantes:* Participaron del experimento 50 sujetos argentinos universitarios cuya edad promedio resultó de 22,28 años ( $de = 5,711$  años). La muestra estuvo conformada por 39 mujeres (78%) y por 11 varones (22%). Los criterios de inclusión fueron los siguientes: 1) los participantes debían tener entre 20 y 40 años de edad debido a que estudios previos señalaron diferencias en el procesamiento de la memoria operativa en distintas etapas de la vida (West,

2004); 2) los participantes debían ser no fumadores y; 3) los participantes no debían haber ingerido ningún alimento ni bebida que no fuera agua durante las tres horas previas al experimento. Estos criterios se derivan de estudios previos (Razumiejczyk, Macbeth & Adrover, 2008; Razumiejczyk *et al.*, 2008a; Razumiejczyk, Pereyra Girardi & Macbeth, 2009; Razumiejczyk *et al.*, 2011).

**5.2.2 Materiales:** Se administraron a todos los participantes los estímulos gustativos de durazno, ciruela, frutilla y naranja. El coeficiente  $\alpha$  de Cronbach para la identificación de estos estímulos resultó de 0,536, lo cual sugiere una homogeneidad moderada (Razumiejczyk *et al.*, 2010). La variabilidad en la tarea de identificación en este estudio se explicará, por lo tanto, por la manipulación experimental de la variable independiente relacionada con el nivel de congruencia de los estímulos auditivos. La totalidad de los materiales y utensilios empleados en este experimento (cucharas, vasos y servilletas) se desecharon luego de su utilización por cada participante.

**5.2.3 Diseño:** Se empleó un diseño intra-sujetos de medidas repetidas para estudiar el efecto de tres tratamientos diferentes sobre la misma unidad experimental. Se determinó como variable independiente o factor a la congruencia del estímulo. Para este factor se determinaron tres niveles en coherencia con estudios previos (White & Prescott, 2007): estímulos congruentes, estímulos incongruentes y estímulos controles. Los niveles del factor congruencia se

generaron según la relación entre el estímulo gustativo y el estímulo auditivo administrados en el experimento: 1) estímulos congruentes: el estímulo auditivo coincide con el nombre del estímulo gustativo; 2) estímulos incongruentes: el estímulo auditivo no coincide con el nombre del estímulo gustativo pero representa una fruta; 3) estímulos controles: el estímulo auditivo y el estímulo gustativo no coinciden pero el estímulo auditivo no representa un comestible. Se determinaron dos variables dependientes: el tiempo de reacción y el número de aciertos.

*5.2.4 Hipótesis experimentales:* La hipótesis H1 afirma que el tiempo de reacción de los estímulos congruentes es menor que el tiempo de reacción de los estímulos incongruentes y controles. Formalmente,  $H1: \overline{TR}_{INCONG} > \overline{TR}_{CONG} < \overline{TR}_{CONTROL}$  .

La hipótesis H2 afirma que el número de aciertos de los estímulos congruentes es mayor que el número de aciertos de los estímulos incongruentes y controles. Formalmente,  $H2: \overline{A}_{INCONG} < \overline{A}_{CONG} > \overline{A}_{CONTROL}$  .

Estas hipótesis se justifican por los resultados de estudios previos en los que la congruencia olfativa generó mayor número de aciertos y menor tiempo de reacción en la identificación gustativa (Prescott *et al.*, 2004; White & Prescott, 2007). Se espera encontrar la misma tendencia en relación con las modalidades gustativa y auditiva.

La hipótesis H3 afirma que el número de aciertos y el tiempo de reacción de los estímulos congruentes se encuentran correlacionados inversamente.

Formalmente,  $H3: r_{\overline{A}_{CONG}, \overline{TR}_{CONG}} < 0$ .

Esta hipótesis se justifica por los resultados de estudios previos que hallaron esta tendencia en relación con la interferencia de estímulos congruentes en las modalidades gustativa y visual (Razumiejczyk, Britos & Grigera Monteagudo, 2010).

*5.2.5 Procedimiento:* El estudio fue realizado por un experimentador voluntario quien fue entrenado en el procedimiento y no conocía su propósito, de modo que su función fue la de experimentador ciego. Se utilizó el paradigma de la prueba *stroop* intermodal. Un estímulo gustativo era administrado a cada participante junto con una palabra presentada en forma auditiva. La consigna consistía en identificar el estímulo gustativo en el menor tiempo posible. Según la relación entre el estímulo gustativo y el estímulo auditivo se determinaron tres niveles del factor congruencia: estímulos congruentes, estímulos incongruentes y estímulos controles. Se administraron a cada participante todas las posibilidades de combinación. Así, siendo cuatro estímulos gustativos (durazno, naranja, frutilla y ciruela) y tres niveles del factor congruencia (estímulos congruentes, estímulos incongruentes y estímulos controles) se efectuaron 12 ensayos para cada participante. Se diseñó un dispositivo que impidió la observación del estímulo gustativo que se estuviera administrando. De este modo, el participante sólo podía

observar la pantalla en blanco de la computadora durante el experimento. El modelo de Protocolo de Respuestas puede observarse en el Anexo 1. Se consignó que antes de cada ensayo el participante efectúe una limpieza bucal con agua. Los pares de estímulos (gustativo y auditivo) fueron administrados a cada participante en un orden aleatorio. Se solicitó a cada participante que diera su consentimiento por escrito para la realización de este experimento que puede observarse en el Anexo 2.

*5.2.6 Resultados:* Con el fin de conocer si existían diferencias significativas entre el género de la muestra en las variables de tiempo de reacción y número de aciertos, se efectuó una prueba *t* para muestras independientes. Con respecto a la variable de tiempo de reacción no se hallaron diferencias de género en los tres niveles del factor congruencia. Se presenta a continuación, la Tabla 5.1 que resume los resultados obtenidos.



TABLA 5.1

Resultados de la diferencia de género en relación con el tiempo de reacción en los tres niveles del factor congruencia

	<i>Tiempo de reacción de estímulos congruentes</i>	<i>Tiempo de reacción de estímulos incongruentes</i>	<i>Tiempo de reacción de estímulos controles</i>
Media (de) Sexo masculino	7,05 (1,93)	8,04 (2,04)	7,95 (2,38)
Media (de) Sexo femenino	5,96 (1,94)	7,12 (2,65)	6,63 (2,48)
<i>t</i>	1,651	1,062	1,564
<i>p</i>	0,105	0,294	0,124
<i>d Cohen</i>	0,56	0,36	0,53

Para conocer si existían diferencias significativas de género de la muestra en la variable número de aciertos se efectuaron las respectivas pruebas *t* para muestras independientes en los tres niveles del factor congruencia. Los resultados mostraron que las variables comparadas no se diferenciaron significativamente. Se presenta a continuación, la Tabla 5.2 que resume los resultados obtenidos.

TABLA 5. 2

Resultados de la diferencia de género en relación con el número de aciertos en los tres niveles del factor congruencia

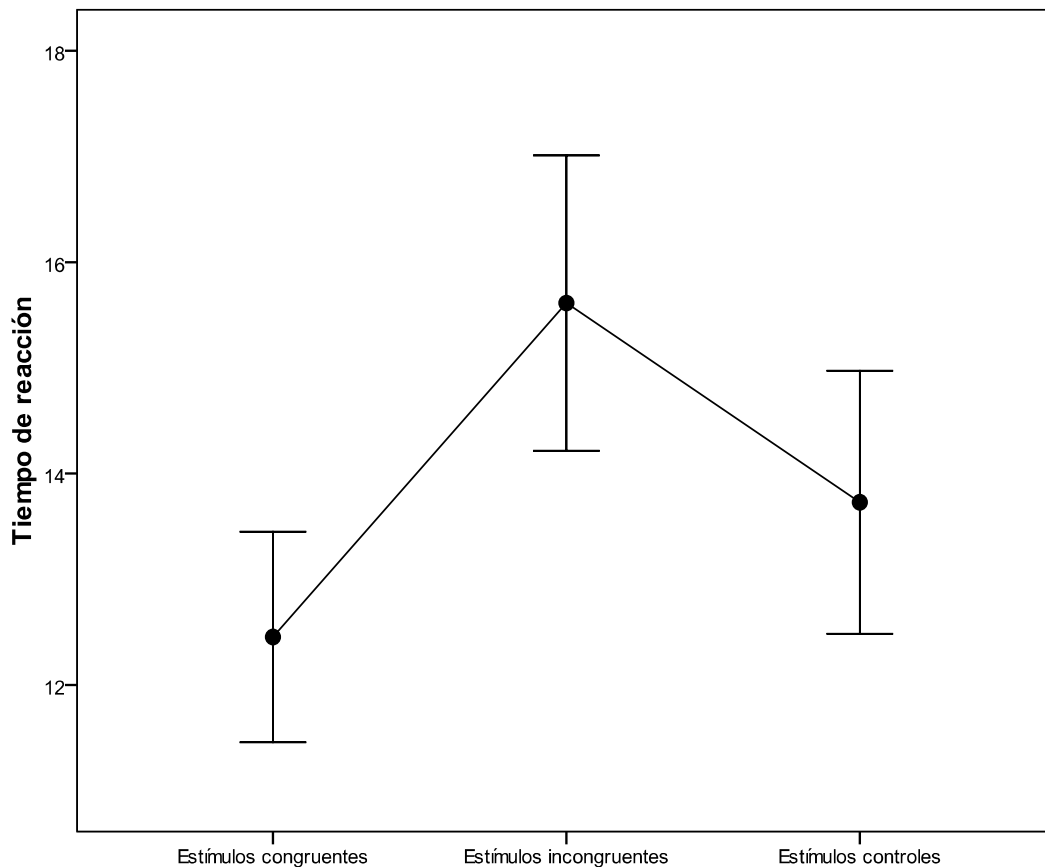
	<i>Número de aciertos de estímulos congruentes</i>	<i>Número de aciertos de estímulos incongruentes</i>	<i>Número de aciertos de estímulos controles</i>
Media (de) Sexo masculino	2,73 (1,009)	2,18 (1,25)	1,73 (1,1)
Media (de) Sexo femenino	2,74 (1,186)	1,87 (1,21)	1,72 (1,12)
<i>t</i>	-0,042	0,741	0,024
<i>p</i>	0,967	0,462	0,981
<i>d Cohen</i>	0,009	0,254	0,009

Para probar la hipótesis H1 se realizó un análisis de varianza intra-sujetos. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre el tiempo de reacción de los estímulos congruentes, incongruentes y controles ( $F = 9,184$ ;  $p = 0,004$ ;  $\eta^2_p = 0,158$ ). Se realizaron comparaciones de a pares utilizando la prueba *t* para muestras apareadas. Los resultados mostraron que el tiempo de reacción de

los estímulos congruentes ( $\overline{TR}_{CONG} = 6,2; de = 1,97$ ) resultó menor ( $t = -3,468; p = 0,001; d \text{ Cohen} = 0,493$ ) que el tiempo de reacción de los estímulos incongruentes ( $\overline{TR}_{INCONG} = 7,32; de = 2,54$ ); y que el tiempo de reacción de los estímulos congruentes resultó menor ( $t = -3,031; p = 0,004; d \text{ Cohen} = 0,321$ ) que el tiempo de reacción de los estímulos controles ( $\overline{TR}_{CONTROL} = 6,92; de = 2,49$ ). No se hallaron diferencias entre el tiempo de reacción de los estímulos incongruentes y controles ( $t = 1,218; p = 0,229; d = 0,159$ ). Se presenta a continuación la Figura 5.1 que muestra la media del tiempo de reacción de los estímulos congruentes, incongruentes y controles.

FIGURA 5.1

Comparación de medias del tiempo de reacción de los estímulos congruentes, incongruentes y controles

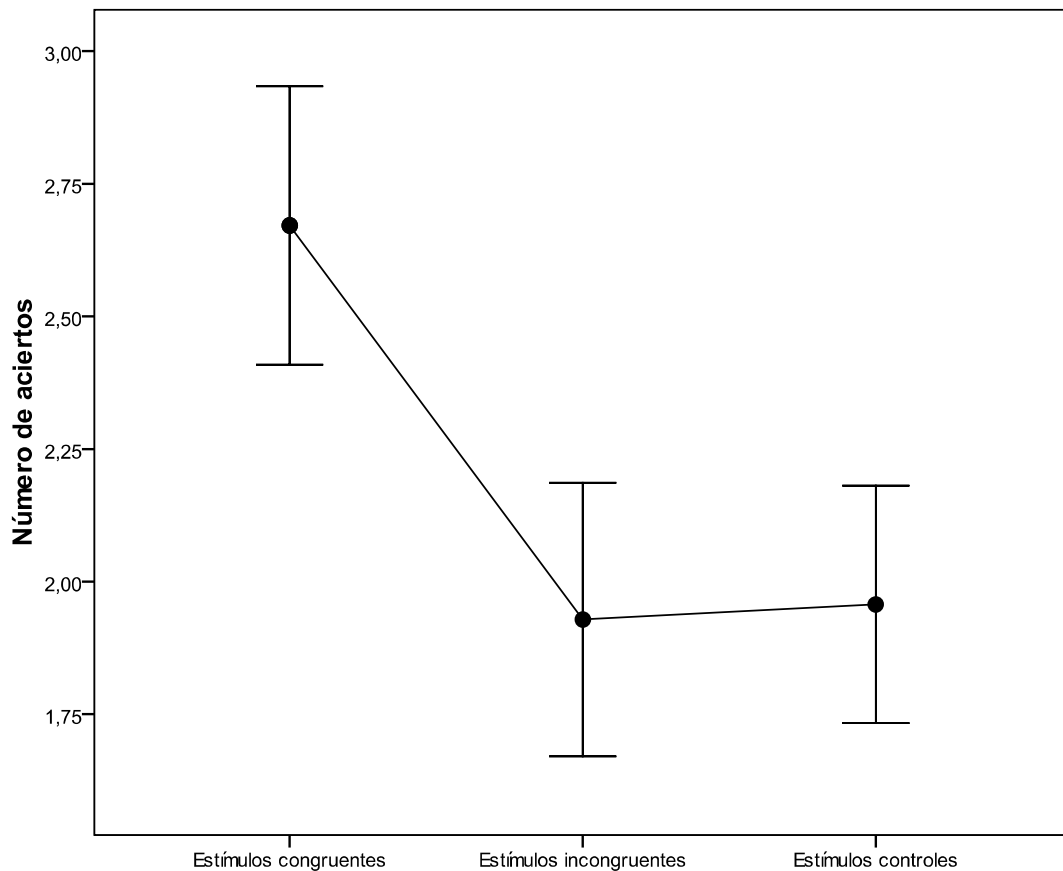


Nota: La línea continua une puntos que representan las medias de tiempo de reacción en cada nivel del factor congruencia. Los segmentos verticales acotados que acompañan a cada punto representan el intervalo de confianza del 95% para cada media. Se observa que los estímulos incongruentes y los controles se encuentran próximos entre sí y que los estímulos congruentes, en cambio, difieren significativamente de éstos.

La hipótesis H2 resultó coherente con la evidencia experimental. Se realizó un análisis de varianza intra-sujetos. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre el número de aciertos de los estímulos congruentes, incongruentes y controles ( $F = 30,71$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2_p = 0,385$ ). Se realizaron comparaciones de a pares utilizando la prueba  $t$  para muestras apareadas. Los resultados mostraron que el número de aciertos de los estímulos congruentes ( $\bar{A}_{CONG} = 2,74$ ;  $de = 1,139$ ) resultó mayor ( $t = 4,084$ ;  $p < 0,001$ ;  $d \text{ Cohen} = 0,678$ ) que el número de aciertos de los estímulos incongruentes ( $\bar{A}_{INCONG} = 1,94$ ;  $de = 1,219$ ); y que el número de aciertos de los estímulos congruentes resultó mayor ( $t = 5,542$ ;  $p < 0,001$ ;  $d \text{ Cohen} = 0,908$ ) que el número de aciertos de los estímulos controles ( $\bar{A}_{CONTROL} = 1,72$ ;  $de = 1,107$ ). No se hallaron diferencias entre el número de aciertos de los estímulos incongruentes y controles ( $t = 1,335$ ;  $p = 1,188$ ;  $d \text{ Cohen} = 0,189$ ). Se presenta a continuación la Figura 5.2 que muestra la media del número de aciertos de los estímulos congruentes, incongruentes y controles.

FIGURA 5.2

Comparación de medias del número de aciertos de los estímulos congruentes, incongruentes y controles

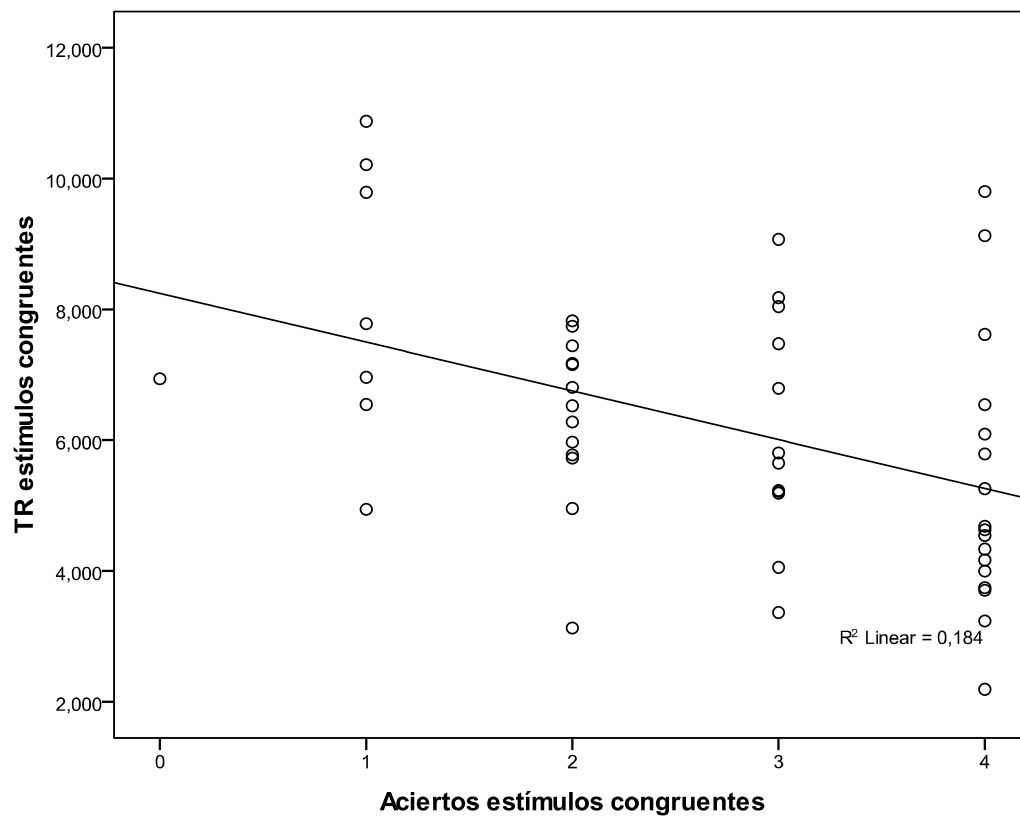


Nota: El símbolo • representa las medias del número de aciertos para cada nivel del factor congruencia. De cada media se indica verticalmente un intervalo de confianza del 95%. Se observa que los estímulos incongruentes y los controles se encuentran próximos entre sí y que los estímulos congruentes, en cambio, presentan significativamente un mayor número de aciertos.

Se realizó un análisis correlacional que mostró una correlación negativa entre el número de aciertos de los estímulos congruentes y el tiempo de reacción ( $r = -0,429$ ;  $p = 0,002$ ;  $d \text{ Cohen} = 0,949$ ). Estos datos muestran que en el caso de los estímulos congruentes, cuando los sujetos respondían correctamente, también tendían a hacerlo más rápido, es decir, a mayor acierto, menor tiempo de reacción. Se presenta a continuación la Figura 5.3 correspondiente al análisis correlacional de las variables mencionadas.

FIGURA 5.3

Dispersigrama de las variables tiempo de reacción y número de aciertos de estímulos congruentes



Las variables comparadas resultaron normales y homocedásticas por las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene, respectivamente.

### 5.3 *Discusión*

Se ha estudiado la interferencia entre las representaciones gustativas y auditivas en la memoria operativa a través de la tarea *stroop* intermodal. Los resultados sugieren que la interferencia *stroop* intermodal resultó menor en el nivel de estímulos congruentes, esto es, cuando el estímulo gustativo y la palabra presentada en forma auditiva coincidieron. Así, los resultados muestran que se produjeron mayores aciertos y el tiempo de reacción de las respuestas fue más rápido. En oposición, la interferencia *stroop* resultó mayor en los niveles de estímulos incongruentes y controles dado que se produjeron mayores errores y mayor tiempo de reacción. Estos datos son consistentes con los de White & Prescott (2007) quienes estudiaron la interferencia *stroop* entre las representaciones gustativas y olfativas y con los de Razumiejczyk *et al.* (2010, 2011) quienes estudiaron este fenómeno entre las representaciones gustativas y visuales lingüísticas.

Estos resultados sugieren que durante el nivel de estímulos congruentes la competencia atencional entre los estímulos gustativos y auditivos es menor en relación con los estímulos incongruentes y controles (Cho *et al.*, 2006; Kahneman & Chajczyk, 1983; Kim *et al.*, 2008; Mitterer *et al.*, 2003), esto es, la interferencia entre los estímulos gustativos y auditivos en la condición de congruencia es



mínima en el sentido que ambos estímulos coinciden entre sí y, asimismo, con la respuesta que el sujeto debe informar al experimentador. Por ejemplo, se administra al participante el estímulo gustativo de durazno mientras simultáneamente se presenta la palabra durazno como estímulo auditivo. La consigna consiste en identificar el estímulo gustativo (durazno) que coincide con la palabra escuchada. Sin embargo, en los niveles de estímulos incongruentes y controles los datos muestran una mayor interferencia entre ambas representaciones. De este modo, en el nivel de estímulos incongruentes y controles los resultados sugieren que los sujetos no fueron capaces de inhibir los distractores auditivos para obtener las respuestas relativas a la identificación de los estímulos gustativos de forma rápida y eficaz, en coherencia con Kirn *et al.* (2005) y Sreenivasan & Jha (2007).

Adicionalmente, se encontró una correlación inversa entre el tiempo de reacción y el número de aciertos de los estímulos congruentes. De este modo, cuando los participantes respondían correctamente, tendían a procesar la información más rápido.

#### *5.4 Conclusiones*

A partir del experimento realizado utilizando el paradigma de la prueba *stroop* intermodal con el fin de evaluar la interferencia del procesamiento entre las representaciones gustativas y auditivas en la memoria operativa, se observó que el número de aciertos fue mayor y el tiempo de respuesta menor cuando los

estímulos gustativos y auditivos presentados eran congruentes. Esto confirma que la interferencia *stroop* es menor cuando el nivel de estímulos es congruente.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES FINALES

La hipótesis de trabajo del experimento desarrollado en la presente tesis afirma que la interferencia entre representaciones gustativas y auditivas en la memoria operativa es mayor cuando se presentan distractores auditivos que dificultan la identificación de los estímulos gustativos y que, en oposición, esta interferencia es menor cuando no se presentan distractores en la identificación de dichos estímulos gustativos. Esta hipótesis se justifica por los resultados de estudios previos intermodales entre el gusto y el olfato (Prescott *et al.*, 2004; White y Prescott, 2007) y entre el gusto y la visión (Razumiejczyk *et al.*, 2011).

Para abordar estas hipótesis se realizó un experimento en el que participaron 50 sujetos argentinos universitarios cuya edad promedio resultó de 22,28 años ( $de = 5,711$  años). Se empleó un diseño intra-sujetos de medidas repetidas para estudiar el efecto de 3 tratamientos diferentes sobre la misma unidad experimental. Se determinó como variable independiente a la congruencia del estímulo. Los niveles del factor congruencia se generaron según la relación entre el estímulo gustativo y el estímulo auditivo administrados en el experimento: 1) estímulos congruentes: el estímulo auditivo coincide con el nombre del estímulo gustativo; 2) estímulos incongruentes: el estímulo auditivo no coincide con el nombre del estímulo gustativo pero representa una fruta; 3) estímulos controles: el estímulo auditivo y el estímulo gustativo no coinciden pero el estímulo auditivo no

representa un comestible. Las variables dependientes que se establecieron fueron el número de aciertos y el tiempo de reacción. La consigna requería identificar lo más rápidamente posible el estímulo gustativo degustado mientras se escuchaba una palabra (estímulo auditivo).

Los resultados mostraron una interferencia *stroop* menor en el nivel de estímulos congruentes comparado con los niveles de estímulos incongruentes y controles dado que se produjeron menor cantidad de errores y menores tiempos de reacción en la identificación de estímulos gustativos.

Las limitaciones del presente estudio se vinculan con que se han analizado solamente dos modalidades sensoriales. En futuras investigaciones se recomienda estudiar la interferencia *stroop* intermodal olfativa y auditiva. Resulta relevante investigar si la competencia entre los estímulos olfativos y los estímulos auditivos produce resultados similares a los aquí presentados.

Cajal (1852-1934), quien intuyó la función a partir de la forma en sus investigaciones histológicas fue el primero en proponer la plasticidad en el número y fuerza de las conexiones neuronales como el sustrato físico del aprendizaje y el soporte de la memoria (Cajal, 1909). Las fuerzas selectivas de la evolución, el aprendizaje y la memoria son el principal medio de adaptación de los seres vivos a los cambios de su medio ambiente. Las experiencias producen cambios en el sistema nervioso que pueden ser duraderos y manifestarse en los comportamientos de los seres vivos. Ésto se conoce como aprendizaje. A partir de estos cambios, ocurren los procesos de memoria que dan sentido de continuidad a

la existencia de cada sujeto (Morgado, 2005). Squire (1987) define el aprendizaje como el proceso que permite adquirir información nueva y a la memoria como la persistencia del aprendizaje de tal manera que se pueda acceder a él en un futuro. De este modo, memoria y aprendizaje se encuentran relacionados e, inclusive, diversos autores definen al aprendizaje como el proceso por el cual se adquiere la memoria (Gluck & Myers, 1993; Marr, 1971). Por lo tanto, cualquier investigación que explique la memoria operativa realiza, asimismo, aportes relevantes al campo del fenómeno del aprendizaje desde condiciones directas hasta contextos ambientales más complejos, como ocurre en la presente tesis. Asimismo, los aportes a la comprensión de procesos sensoriales como el gusto y la audición, también contribuyen a la comprensión y fundamentación de las concepciones multisensoriales del aprendizaje (Baines, 2008; Etchepareborda & Abad-Mas, 2005; Mitchel & Weiss, 2011).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ackerman, D. (1990). *A natural history of the senses*. New York: Random House.

Agranoff, B. W. (1980). Biochemical events mediating the formation of short-term and long-term memory. En Y. Tsukada & B. W. Agranoff (Eds.). *Neurobiological basis of learning and memory*. (pp 135-147). New York: Wiley.

Allen, F. & Schwartz, M. (1940). The effect of stimulation of the senses of vision, hearing, taste, and smell upon the sensibility of the organs of vision. *Journal of General Physiology*, 24, 105–121.

Alloway, T.M. (1969). Effects of low temperature upon acquisition and retention in the grain beetle (*Tenebrio Molitor*). *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 69, 1-8.

Alloway, T. (2011). *Improving working memory in children with learning problems*. Presentado en Learning and the Brain Symposium. Abril, New York.

Anderson, J. (2001). *Aprendizaje y Memoria: un enfoque integral*. México: McGraw-Hill Interamericana Editores.

Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. En K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.) *The psychology of learning and motivation* (Vol. 2 pp. 89-195) New York: Academic Press.

Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1971). The control of short-term memory. *Scientific American*, 225, 82-90.

Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1983). *Lecturas de psicología de la memoria*. Madrid: Alianza Editorial.

Auvray, M. & Spence, C. (2008). The multisensory perception of flavor. *Consciousness and Cognition*, 17, 1016-1031.

Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.

Baddeley, A. (1992). Is working memory working? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44, 1-31.

Baddeley, A. (1995). Working memory: the interface between memory and cognition. En D. L. Schacter & E. Tulving (Ed.) *Memory systems 1994* (pp. 351-368). Cambridge: The MIT Press.

Baddeley, A. D. (1999). *Memoria humana: Teoría y práctica*. Madrid: McGraw-Hill.

Baddeley, A. D. & Lewis, V. J. (1981). Inner active processes in reading: The inner voice, the inner ear and the inner eye. En A. M. Lesgold & C. A. Perfetti (Eds.). *Interactive processes in reading* (pp 107-129). Hillsdale, N.J: Erlbaum.

Baddeley, A. D., Thomson, N. & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 575-589.

Baines, L. (2008). *A Teacher's Guide to Multisensory Learning: Improving Literacy by engaging the senses*. Virginia: ASCD.

Banich, M.T., Milham, M.P., Atchley, R., Cohen, N.J., Webb, A., Wszalek, T., Kramer, A.F., Liang, Z.P., Wright, A., Shenker, J. & Magin, R. (2000). fMRI studies of stroop tasks reveal unique roles of anterior and posterior brain systems in attentional selection. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 988-1000.

Bartlett, F. C. (1932). *Remembering: A study in experimental and social psychology*. London: Cambridge University Press.

Bartoshuk, L. M. (1971). The chemical senses, I taste. En J. W. Kling & L. A. Riggs (Eds.). *Experimental Psychology* (pp. 169-192). New York: Holt, Rinehart and Winston.

Bartoshuk, L. M. (1980). Mundos separados del gusto. *Psychology Today*, 48-56.

Bartoshuk, L. M. (1991). *Experiments of nature: Sense of taste*. Trabajo presentando en la Convención de la Eastern Psychological Association, New York.

Bartoshuk, L. M. & Beauchamp, G. K. (1994). Chemical senses. *Annual Review of Psychology*, 45, 419-449.

Beatty, W. W. & Shavalia, D. A. (1980). Rat spatial memory: Resistance to retroactive interference at long retention intervals. *Animal Learning and Behavior*, 8, 550-552.



Beidler, L. M. & Smallman, R. L. (1965). Renovación celular en los corpúsculos gustativos. *Journal of Cell Biology*, 27, 263-272.

Bernstein, I.L. (1978). Learned taste aversions in children receiving chemotherapy. *Science*, 200, 1302-1303.

Bernstein, I. L. (1999). Taste aversion learning: a contemporary perspective. *Nutrition*, 15, 229-234.

Bernstein, I. L. & Borson, S. (1986). Aversión aprendida hacia la comida: un componente de los síndromes de anorexia. *Psychological Review*, 93, 462-472.

Bernstein, I. L. & Webster, M. M. (1980). Learned taste aversions in humans. *Physiology and Behavior*, 25, 363-366.

Bertelson, P. (1999). Ventriloquism: a case of crossmodal perceptual grouping. En G. Ashersleben, T. Bachmann & J. Müsseler. *Cognitive Contributions to the Perception of Spatial and Temporal Events* (pp 347-362). Amsterdam: Elsevier Science.

Bertino, M., Beauchamp, G. K. & Engelman, K. (1982). La reducción a largo plazo en el contenido de sodio en la dieta altera el sabor de la sal. *American Journal of Clinical Nutrition*, 36, 1134-1144.

Bloom, L. C. & Mudd, S. A. (1991). Depth of processing approach to face recognition: A test of two theories. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 17, 556-565.

Borg, E. y Counter, S. A. (1989). Los músculos del oído medio. *Scientific American*, 261 (2), 74-80.

Börnstein, W. (1936). On the functional relations of the sense organs to one another and to the organism as a whole. *Journal of General Psychology*, 15, 117–131.

Bousfield, W. A. (1953). The occurrence of clustering in the recall of randomly arranged associates. *Journal of General Psychology*, 49, 229-240.

Bower, G. H. (1970). Organizational Factors in Memory. *Cognitive Psychology* 1, 18-46.

Bower, G. H. & Springston, F. (1970). Pauses as recording points in letter sequences. *Journal of Experimental Psychology*, 83, 421-430.

Bransford, J. D. & Johnson, M. K. (1972). Contextual prerequisites for understanding: Some investigations of comprehension and recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 717-726.

Bregman, A. S. (1990) *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*. Cambridge, MA: M.I.T. Press.

Bregman, A. S. (1993) Auditory scene analysis.: Hearing in complex environments. En S. McAdams & E. Bigand (Eds.). *Thinking in sound: The cognitive psychology of human audition* (pp 10-36). New York: Oxford University Press.

Broadbent, D. E. (1957) A mechanical model for human attention and immediate memory. *Psychological Review*, 64, 205-215.

Brown, R. & McNeill, D. (1966). The 'tip of the tongue' phenomenon. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, 325-337.

Brown, T.L., Ross-Gilbert, L. & Carr, T.H.(1995): Automaticity and word perception: evidence from stroop and stroop dilution effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 21, 1395-1411.

Burns, B. D. (1958). *The mammalian cerebral cortex*. London: Arnold.

Byrne-Quinn, J. (1988). Perfume, people, perceptions and products. En S.Van Tolle & G.Todd (Eds) *Perfumery: The Psychology and Biology of Fragrance*. (pp 205-216). New York: Chapman and Hall.

Cain, W. S. (1988). Olfaction. En R. A. Atkinson, R. J. Hermstein, G. Lindzey & R. D. Luce (Eds.). *Stevens' handbook of experimental psychology, Vol. 1, Perception and Motivation* (pp 409-459). New York: Wiley.

Cajal, S. R. (1909). *Histologie du systeme nerveuse de l'homme et des vertebres*. Paris: Maloine.

Calvert, G. A., Campbell, R & Brammer, M. J. (2000). Evidence from functional magnetic resonance imaging of crossmodal binding in the human heteromodal cortex. *Current Biology*, 10, 649-657.

Calvert, G. A., Spence, C & Stein, B. E. (2004). *The Handbook of Multisensory Processes*. Cambridge, MA: MIT Press.

Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech with one and two ears. *Journal of the Acoustical Society of America*, 25, 975-979.

Cho, Y.S., Lien, M.C. & Proctor, R.W. (2006). Stroop dilution depends on the nature of the color carrier but not on its location. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 32, 826-839.

Clapp, W.C. & Gazzaley, A. (2010). Distinct mechanisms for the impact of distraction and interruption on working memory in aging. *Neurobiology of Aging*, 33 (1), 134-148.

Clarey, J. C., Barone, P. & Imig, T. J. (1992). Physiology of thalamus and cortex. En A. N. Popper & R. R. Fay (Eds.). *The mammalian auditory pathway: Neurophysiology* (pp 232-334). New York: Springer- Verlag.

Collins, A. M. & Loftus, E. F. (1975). A spreading activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407-428.

Collins, A. M. & Quillian, M. R. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 240-247.

Conrad, R. (1971). The chronology of the development of covert speech in children. *Developmental Psychology*, 5, 398-405.

Conway, A. R. A., Cowan, N. & Bunting, M. F. (2001). The cocktail party phenomenon revisited: The importance of working memory capacity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 331-335.

Cooper, W. F. (1983). La percepción del habla. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 405, 48-63.

Cowan, N. (1989). The reality of cross-modal Stroop effects. *Perception & Psychophysics*, 45, 87-88.

Cowan, N. & Barron, A. (1987). Cross-modal auditory-visual Stroop interference and possible implications for speech memory. *Perception & Psychophysics*, 41, 393-401.

Cox, T.F. (1967). The sorting rule model of the consumer product evaluation process. En T. F. Cox (Ed) *Risk Taking and Information Handling in Consumer Behavior*. (pp 324-371) Harvard University, Boston: Graduate School of Business Administration.

Craik, F.I.M. (1979). Human memory. *Annual Review of Psychology*, 30, 63-102

Craik, F. I. M. & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Behavior*, 11, 671-684.

Craik, F. I. M. & Tulving, E. (1975). Depth of processing and the retention of words in episodic memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 268-294.

Craik, F. I. M. & Watkins, M. J. (1973). The role of rehearsal in short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, 599-607.

Crisinal, A. S. & Spence, C. (2009). Implicit associations between basic tastes and pitch. *Neuroscience Letters*, 464, 39-42.

Crisinal, A. S. & Spence, C. (2010a). A sweet sound? Food names reveal implicit associations between taste and pitch. *Perception*, 39, 417-425.

Crisinal, A. S. & Spence, C. (2010b). As bitter as a trombone: Synesthetic correspondences in non-synesthetes between tastes/ flavors and musical notes. *Attention, Perception & Psychophysics*, 72, 1994-2002.

Crowder, R. G. & Morton, J. (1969). Precategorical acoustic storage (PAS). *Perception and Psychophysics*, 5, 365-373.

Cruz, A. & Green, B. G. (2000). Thermal stimulation of taste. *Nature*, 403, 889-892.

Darwin, C. J., Turvey, M. T. & Crowder, R. G. (1972). An auditory analogue of the Sperling partial report procedure: Evidence for brief auditory storage. *Cognitive Psychology*, 3, 255-267.

Dematté, M. L., Sanabria, D. y Spence, C. (2006). Cross-modal associations between odors and colors. *Chemical Senses*, 31, 531-538.

Deater-Deckard, K. (2011). *Attention and Memory: a family affair*. Presentado en Learning and the Brain Symposium. Abril, New York.

Dematté, M. L.; Sanabria, D; Sugarman, R. & Spence, Ch. (2006). Cross-Modal Interactions between olfaction and touch. *Chemical Senses*, 31 (4), 291-300.

Denes, P. B. & Pinson, E. N. (1993). *The speech chain*. Nueva York: Freeman.

Deutsch, D. (1986) Reconocimiento de patrones auditivos. En K. R. Boff, L. Kaufman & J. P. Thomas (Eds.). *Handbook of perception and human performance* (pp 32.1- 32.49). Nueva York: Wiley.

Dhmi, M. K., Hertwig, R. & Hoffrage, U. (2004). The role of representative design in an ecological approach to cognition. *Psychological Bulletin*, 6, 959-988.

Diamond, M. C., Linder, B., Johnson, R., Bennett, E. C. & Rosenzweig, M. R. (1975). Differences in occipital cortical synapses from environmentally enriched, impoverished, and standard colony rats. *Journal of Neuroscience Research*, 1, 109-119.

Djordjevic, J., Zatorre, R. & Jones-Gotman, M. (2004). Odor-induced changes in taste perception. *Experimental Brain Research*, 159, 405-408.

Driver, J. & Spence, C. (1998). Attention and the crossmodal construction of space. *Trends in Cognitive Science*, 2, 254-262.

Driver, J. & Spence, C. (2000). Multisensory perception: Beyond modularity and convergence. *Current Biology*, 10, 731-735.

Doman, R. (2008). Short term and working memory: Clinical Insights. *The National Association for Child Development Newsletter*, Volume 21 No 17.

Dowling, W. J. (1973). La percepción de melodías intercaladas. *Cognitive Psychology*, 5, 372-377.

Dowling, W. J. & Harwood, D. L. (1986). *Music cognition*. New York: Academic Press.

DuBose, C., Cardello, A. V. & Maller, O. (1980). Efectos de los colorantes y saborizantes en la identificación, intensidad del sabor percibido y en la calidad hedónica de bebidas con sabor a fruta y pastel. *Journal of Food Science*, 45, 1393-1415.

Ducker, G. & Rensch, B. (1968). Verzögerung des Vergessens erlernter visueller Aufgaben bei Fischen durch Dunkelhaltung. *Pfluegers Archiv für die Gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere*, 301, 1-6.

Dunn, A. J. (1980). Neurochemistry of learning and memory: An evaluation of recent data. *Annual Review of Psychology*, 31, 343-390.

Dyer, F.N. (1973). Interference and facilitation for color naming with separate bilateral presentations of the word and color. *Journal of Experimental Psychology*, 99, 314-317.

Dyer, F.N. & Severance, L.J. (1973). Stroop interference with successive presentations of separate incongruent words and colors. *Journal of Experimental Psychology*, 98, 438-439.

Ellis, A. & Young, A. (1992). *Neuropsicología Cognitiva Humana*. Barcelona: Masson.



Ellis, H. C. (1987). Recent developments in human memory. En V. P. Makosky (Ed.). *The G. Stanley Hall lecture series* (pp. 159-206). Washington, D. C.: American Psychological Association.

Enns, M. P. & Hornung, D. E. (1988). Comparaciones de las estimaciones del olfato, gusto y la intensidad total en jóvenes y ancianos. *Chemical Senses*, 13, 131-139.

Erickson, R. P. (1982). Estudios acerca de la percepción del sabor: existen los sabores primarios? *Physiology and Behavior*, 28, 57-62.

Espinoza- Varas, B & Watson, C. S. (1989). Percepción de los patrones auditivos complejos por los humanos. En R.J. Dooling y S. H. Hulse (Eds.). *The comparative psychology of audition: Perceiving complex sounds* (pp 67-94). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

Etchepareborda, M.C. & Abad-Mas, L. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Revista de Neurología* 40 (1), 79-83.

Evans, E. F. (1982) Física básica y psicofísica del sonido. En H. B. Barlow & J. D. Mollon (Eds.). *The Senses* (pp 239-250). Cambridge: Cambridge University Press.

Evans, K. K. & Treisman, A. (2010). Natural cross-model mappings between visual and auditory features. *Journal of Vision*, 10, 1-12.

Feigenbaum, E. A. (1970). Information processing and memory. En D.A. Norman (Ed.). *Models of human memory* (pp. 453-468). New York: Academic.

Fernández, H. (2008). *Lecciones de Psicología Cognitiva*. Buenos Aires: Universidad Abierta Interamericana.

Finger, T. E. (1987). Gustatory nuclei and pathways in the central nervous system. En T. E. Finger & W. I. Silver (Eds.). *Neurobiology of taste and smell* (pp 331-353). New York: Wiley.

Fiore, A.M. (1993). Multisensory integration of visual, tactile, and olfactory aesthetic cues of appearance. *Clothing and Textiles Research Journal*, 11, 45–52.

Frank, M. E. & Rabin, M. D. (1989). Chemosensory neuronatomy and physiology. *Ear, Nose and Throat Journal*, 68, 291-296.

Frank, R.A., Van der Klaauw, N.J. & Schifferstein, H.N.J. (1993). Both perceptual and conceptual factors influence taste-odor and taste-taste interactions. *Perception & Psychophysics*, 54(3), 343-354.

Freedman, J. L. & Landauer, T. K. (1966). Retrieval of long-term memory: Tip of the tongue phenomenon. *Psychonomic Science*, 4, 309-310.

Gelperin, A. (1975). Rapid food-aversion learning in a terrestrial mollusk. *Science*, 189, 520-567.

Gilbert, A.N., Martin, R. & Kemp, S.E. (1996). Cross-modal correspondence between vision and olfaction: the color of smells. *American Journal of Psychology*, 109, 335–351.

Glenberg, A. M., Smith, S. M. & Green, C. (1977). Type I rehearsal: Maintenance and more. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16, 339-352.

Globus, A., Rosenzweig, M. R., Bennett, E. C. & Diamond, M. C. (1973). Effects of differential experience on dendritic spine counts in rat cerebral cortex. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 82, 175-181.

Gluck, M. A. & Myers, C. E. (1993). Hippocampal mediation of stimulus representation: A computational theory. *Hippocampus*, 3, 491-516.

Goldberg, J. (2010). How much information can the brain hold? *Brain en the news*, Vol. 17, No. 2, 5.

Goldman-Rakic, P. S. (1992). Working memory and mind. *Scientific American*, 267, 111-117.

Goldstein, E. B. (2005). *Sensación y Percepción*. México: Thomson.

Gooden, D. R. & Baddeley, A. D. (1975). Context-dependent memory in two natural environments: On land and underwater. *British Journal of Psychology*, 66, 325-331.

Gordon, W. C. (1983). Malleability of memory in animals. En R. L. Mellgren (Ed.). *Animal cognition and behavior* (pp 399-426). New York: North Holland.

Graf, P. & Schacter, D. L. (1985). Implicit and explicit memory for new associations in normal and amnesic subjects. *Journal of Experimental Psychology*, 11, 501-518.

Green, D.M. (1976). *An introduction to hearing*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

Green, D. M. (1983). Análisis de perfiles: una visión diferente de la discriminación de la intensidad auditiva. *American Psychologist*, 38, 133-142.

Green, D. M. (1988). *Profile analysis: auditory intensity discrimination*. New York: Oxford University Press.

Greeno, J. G. (1974). Hobbits and orcs: Acquisition of a sequential concept. *Cognitive Psychology*, 6, 270-292.

Gross, R. D. (1994). *Psicología. Una ciencia de la mente y la conducta*. México: Manual Moderno.

Gruneberg, M. M & Monks, J. (1974). Feeling of knowing and cued recall. *Acta Psychologica*, 38, 257-265.

Guest, S. & Spence, C. (2003a). Tactile dominance in speeded discrimination of pilled fabric samples. *Experimental Brain Research*, 150, 201–207.

Guest, S. & Spence, C. (2003b). What role does multisensory integration play in the visuotactile perception of texture? *International Journal of Psychophysiology*, 50, 63–80

Guest, S., Catmur, C., Lloyd, D. & Spence, C. (2002). Audiotactile interactions in roughness perception. *Experimental Brain Research*, 146, 161–171.

Gulick, W. L., Gescheider, G. A. & Frisina, R. D. (1989). *Hearing: Physiological acoustics, neural coding psychoacoustics*. New York: Oxford University Press.

Hamers, J. (1973). Interdependent and independent states of the bilingual's two languages. Unpublished doctoral dissertation , McGill University, Montreal, Quebec, Canada.

Hanauer, J.B. & Brooks, P. J. (2003). Developmental change in the cross-modal Stroop effect. *Perception & Psychophysics*, 65, 359-366.

Hart, J. T. (1967). Memory and the memory-monitoring process. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6, 685-691.

Hasher, L. & Griffin, M. (1978). Reconstruction and reproductive processes in memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4, 318-330.

Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior*. New York: Colley.

Heller, M.A. (1982). Visual and tactual texture perception: intersensory cooperation. *Perception & Psychophysics*, 31, 339-344.

Henning, H. (1927). Psychologische Studien am Geschmacksinn. In E. Abderhalden (Ed.). *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*. Berlin: Urban und Schwarzenberg.

Hintzman, D. L., Block, R. A., & Inskip, N. R. (1972). Memory for mode of input. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 741-749.

Hoon, M. A., Adler, E., Lindemeier, J., Battey, J. F., Ryba, N. J. & Zuker, C. S. (1999). Putative mammalian taste receptors: A class of taste-specific GPCRs with distinct topographic selectivity. *Cell*, 96, 541-551.

Houwer, J. (2003). On the role of stimulus-response and stimulus-stimulus compatibility in the stroop effect. *Memory & Cognition*, 31, 353-359.

Huang, A., Chen, X., Hoon, M., Chandrashekar, J., Guo, W., Trankner, D., Ryba, N. & Zuker, C. (2006). The cells and logic for mammalian sour taste detection. *Nature*, 442, 934-938.

Hudspeth, A. J. (1989) Cómo funciona el oído?. *Nature*, 341, 397-404.

Hugdahl, K. (2001). *Psychophysiology: The mind-body perspective*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Hunt, R.R. & Mitchell, D. B. (1982). Independent effects of semantic and nonsemantic distinctiveness. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 8, 81-87.

Hyman, A., Mentzer, T. & Calderone, I. (1979). The contribution of olfaction to taste discrimination. *Bulletin of Psychonomic Society*, 13, 359-362.

Ishimaru, Y., Inada, H., Kubota, M., Zhuang, H., Tominaga, M. & Matsunami, H. (2006). Transient receptor potential family members PKD1L3 and PKD2L1 form a candidate sour taste receptor. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103 ( 33), 12569-12574.

Jacoby, L. L. & Whitherspoon, D. (1982). Remembering without awareness. *Canadian Journal of Psychology*, 36, 300-324.

Jaeggi, S., Buschkuhl, M., Jonides, J & Shah, P. (2011). *Short and long-term benefits of cognitive training*. Durham, NC: Duke University Medical Center.

Jaeggi, S., Studer-Luethi, B., Buschkuhl, M., Su, Y., Jonides, J. & Perrig, W. (2010). The relationship between n-back performance and matrix reasoning-implications for training and transfer. *Intelligence* 38 (6) 625-635.

James, W. (1890/1989). *Principios de Psicología*. México: Fondo de Cultura Económica. (Trabajo original publicado en 1890).

Johnson, J. & Clydesdale, F.M. (1982). La percepción de dulzura y del color rojo en soluciones de sacarosa coloreada. *Journal of Food Science*, 47, 747-752.

Johnson, M. K. & Hasher, L. (1987). Human learning and memory. *Annual Review of Psychology*, 38, 631-668.

Jousmäki, V. & Hari, R. (1998). Parchment-skin illusion: sound-biased touch. *Current Biology*, 8, 190.

Kahneman, D. & Chajczyk, D. (1983). Tests of the automaticity of reading: dilution of stroop effects by color-irrelevant stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 9, 497-509.

Kalat, H. I. & Rozin, P. (1971). Role of interference in taste-aversion learning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 77, 53-58.

Kamlet, A.S. & Egeth, H. E. (1969). Note on construction of Stoop-type stimuli. *Perceptual & Motor Skills*, 29, 914.

Kandel, E. (2011) *In search of Memory: The new science of Mind*. Presentado en Learning and the Brain Symposium. Abril, New York.

Kandel, E., Lindquist, S. & Si, K. (2003). A neuronal isoform of the aplysia CPEB has prion-like properties. *Cell*, 115 (7), 767-768.

Kauer, J.S. (1987). Coding in the olfactory system. En T. E. Finger & W. C. Silver (Eds.). *Neurobiology of taste and smell* (pp 205-231). New York: Wiley.

Kelling, S. T. & Halpern, B. P (1983). Destellos de sabor: tiempos de reacción, intensidad y propiedades. *Science*, 219, 412-414.

Kelly, W. J. & Watson, C. S. (1986). Limitaciones basadas en el estímulo en la discriminación entre diferentes órdenes temporales de tonos. *Journal of the Acoustical Society of America*, 64, 1386-1391.

Kim, H., Cho, Y.S., Yamaguchi, M. & Proctor, R.W. (2008). Influence of color availability on the stroop color-naming effect. *Perception & Psychophysics*, 70, 1540, 1551.

Kirn, S.Y., Kirn, M.S. & Chun, M.M. (2005). Concurrent working memory load can reduce distraction. *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 16524-16529.



King, A. J., Hutchings, M. E., Moore, D. R. & Blakemore, C. (1988). Plasticidad durante el desarrollo de las representaciones visuales y auditivas en el colículo superior de mamíferos. *Science*, 332, 73-76.

Kinnamon, S. C. (1988). Taste transduction: A diversity of mechanisms. *Trends in Neurosciences*, 11, 491-496.

Kintsch, W. (1974). *The representation of meaning in memory*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

Kintsch, W. (1980). Semantic memory: A tutorial. En T. D. Nickerson (Ed.). *Attention and performance VIII* (pp 595-620). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

Klein, S. (1994). *Aprendizaje: Principios y Aplicaciones*. Madrid: McGraw-Hill.

Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of Working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14 (7), 317-324.

Klinke, R., Kral, A., Heid, S. Tillein, J & Hartmann, R. (1999). Recruitment of the auditory cortex in congenitally deaf cats by long term cochlear electrostimulation. *Science*, 285, 1729-1733.

Kosslyn, S. M. & Rosenberg, R.S. (2004). *Psychology. The brain. The person. The world*. NY: Pearson.

LaBerge, D.L. (1990). Attention. *Psychological Science*, 1, 156-161.

Laird, D.A. (1932). How the consumer estimates quality by subconscious sensory impressions: with special reference to the role of smell. *Journal of Applied Psychology* 16, 241–246.

Lamers, M.J.M. & Roelofs, A. (2007). Role of gestalt grouping in selective attention: evidence from the stroop task. *Perception & Psychophysics*, 69, 1305-1314.

Lawless, H. (1980). A comparison of different methods for assessing sensitivity to the taste of phenylthiocarbamide PTC. *Chemical Senses*, 5, 247-256.

Lawless, H. (1984). Oral chemical irritation: Psychophysical properties. *Chemical Senses*, 9, 143-155.

Lawless, H. (2001). Taste. En B. Goldstein (Ed.). *Blackwell handbook of perception* (pp 601-635). Oxford, UK: Blackwell.

Lederman, S.J. (1979). Auditory texture perception. *Perception*, 8, 93–103.

Lederman, S.J. & Klatzky, R.L. (2004). Multisensory texture perception. En G. A. Calvert, C.Spence. & B.E. Stein (Eds). *The Handbook of Multisensory Processes*. (pp 107-123). Cambridge, MA: MIT Press.

Leek, M. R. & Watson, C. S. (1984). Aprendiendo a detectar componentes del patrón auditivo. *Journal of the Acoustical Society of America*, 76, 1037-1044.

Lepsien, J. & Nobre, A.C. (2007). Attentional modulation of object representations in working memory. *Cerebral Cortex*, 17(9), 2072-2083.

Lieberman, A. M., Delattre, P., & Cooper, F. S. (1952). The role of perception stimulus-variables in the perception of unvoiced stop consonants. *American Journal of Psychology*, 65, 497-516.

Lindsay, H. & Norman, D. A. (1977). *Human information processing*. New York: Academic Press.

Lindsay, H. y Norman, D. A. (1983). *Introducción a la Psicología Cognitiva*. Madrid: Tecnos.

Loftus, E. F. (1980). *Memory*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.

Logue, A. W. (1985). Conditioned food aversion learning in humans. En N. S. Braveman & P. Bronstein (Eds.) Experimental assessment and clinical applications of conditioned food aversions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 443, 316-329.

Long, D. y Allen, G. A. (1973). Relative effects of acoustic and semantic relatedness on clustering free recall. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1, 316-318.

Lynch, G. (1986). *Synapses, circuits and the beginning of memory*. Cambridge: MIT Press.

Macbeth, G. & López Alonso, A. O. (2008). Aportes del enfoque ecológico a los estudios sobre calibración. *Acta Psiquiátrica y Psicológica de América Latina*, 54 (1), 55-61.

MacLeod, C.M. (1991). Half a century of research on the stroop effect: An interactive review. *Psychological Bulletin*, 109 (2), 163-203.

MacLeod, C.M. (1992). The stroop task: The “gold standard” of attentional measures. *Journal of Experimental Psychology*, 121, 12-14.

Marr, D. (1971). Simple memory: A theory for archicortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 262, 23-81.

Massaro, D. W. (1999). Speechreading. Illusion or window into pattern recognition. *Trends in Cognitive Science*, 3, 310-317.

Matlin, M. W. & Foley, H. J. (1996). *Sensación y Percepción*. México: Pearson Educación.

McBurney, D.H. (1978). Dimensiones psicológicas y análisis perceptual del gusto. En E. C. Carterette & M. P. Friedman (Eds.). *Handbook of perception* (pp 125-155). New York: Academic Press

McBurney, D. H. & Gent, J. F. (1979). Sobre la naturaleza de las propiedades del sabor. *Psychological Bulletin*, 86, 151-167.

McClelland, J. L., McNaughton, B. L. & O'Reilly, R. C. (1995). Why there are complementary learning systems in the hippocampus and neocortex: Insights from the successes and failures of connectionist models of learning and memory. *Psychological Review*, 102, 419-457.

McCown, D. & Arnoult, M. D. (1981). Interference produced by modified Stroop Stimuli. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 17, 5-7.

McGeoch, J. A. (1932). Forgetting and the law of disuse. *Psychological Review*, 39, 352-370.

McGurk, H. & MacDonald, J. (1976). Hearing lips and seeing voices. *Nature*, 264, 746-748.

Mesz, B., Trevisan, M. & Sigman, M. (2011). The taste of music. *Perception*, 40, 209-219.

Meyer, D. E. & Schvaneveldt, R. W. (1971). Facilitation in recognizing pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operations. *Journal of Experimental Psychology*, 90, 227-234.

Miller, E.K., Erickson, C.A.& Desimone, R. (1996). Neural mechanisms of visual working memory in prefrontal cortex of the macaque. *The Journal of Neuroscience* 16 (16), 5154–5167.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychology Review*, 63, 81-97.

Mitchel, A. & Weiss, D. (2011). Learning across senses: cross-modal effects in multisensory statistical learning. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory & Cognition* 37, (5), 1081-1091.

Mitterer, H., La Heij, W. & Van der Heijden, A.H.C. (2003). Stroop dilution but not word- processing dilution: evidence for attention capture. *Psychological Research*, 67, 30-42.

Moir, H. C. (1936). Some observations on the appreciation of flavour in foodstuffs. *Journal of the Society of Chemical Industry*, 55, ( 8), 145-148.

Molero Chamizo, A. (2007). Aprendizaje aversivo gustativo: Características, paradigma y mecanismos cerebrales. *Anales de Psicología*, 23, No. 1, 57-64.

Montague, W. E., Adams, J.A. & Kiess, H. O. (1966). Forgetting and natural language mediation. *Journal of Experimental Psychology*, 72, 829-833.

Moore, B. C. J. (1982). *Introduction to the psychology of hearing*. New York: Academic Press.

Morais, J., Cary, L., Alegría, J. & Bertelson, P. (1979). Surge espontáneamente la conciencia del habla como una secuencia de sonidos? *Cognition*, 7, 323-331.

Moray, N., Bates, A., & Barnett, R. (1965). Experiments on the four-eared man. *Journal of the Acoustic Society of America*, 38, 196-201.

Morgado, I. (2005). Psicobiología del aprendizaje y la memoria: fundamentos y avances recientes. *Revista de Neurología* 40 (5), 289-297.

Morrison, S. D. (1976). Control of food intake in cancer cachexia: A challenge and a tool. *Psychology and Behavior*, 17, 705-714.

Morrot, G., Brochet, F. & Dubourdieu, D, (2001). *The color of odors. Brain Language, 79*, 309-320.

Murdock, B. B., Jr. (1962). The serial position effect of free recall. *Journal of Experimental Psychology, 64*, 482-488.

Murphy, C. & Cain, W. S. (1980). Taste and olfaction, independence vs interaction. *Physiology and Behavior, 24*, 601-606.

Nagodawithana, T. W. (1995). *Sensory flavors*. Milwaukee, WI: Esteekay Associates.

Nathan, P. (1982). *The nervous system*. Oxford: Oxford University Press.

Naus, M. J. & Halasz, F. G. (1979). Developmental perspectives on cognitive processing and semantic memory. En L.S. Cermak & F. I. M. Craik (Eds.). *Levels of processing in human memory* (pp 259-288). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

Neisser, U. (1967). *Cognitive Psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Neisser, U. (1982). *Memory observed*. San Francisco: W.H. Freeman.

Norman, D. A. (1976). *Memory and attention*. New York: Wiley.

Olton, D. S., Collison, C., & Werz, M. A. (1977). Spatial memory and radial arm maze performance of rats. *Learning and Motivation, 8*, 289-314.

O'Mahony, M. (1983). Adapting short cut signal detection measures to the problem of multiple difference testing: the R- Index. En A. A. Williams & R. K. Atkin (Eds.). *Sensory Quality in Foods and Beverages* (pp 69-80). London: Chapman.

O'Mahony, M. & Ishii, R. (1986). Comparación del lenguaje del gusto en inglés y japonés: metodología descriptiva del gusto y el sabor unami. *British Journal of Psychology*, 77, 161-174.

Ostrosky- Solís, F. & Lozano, A. (2006). Digit Span: Effect of education and culture. *International Journal of Psychology*, 41- 5, 333-341.

Overton, D. A. (1964). State dependent or "dissociated" learning produced with pentobarbital. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 57, 3-12.

Overton, D. A. (1971). Discriminative control of behavior by drug states. En T. Thompson y R. Pickens (Eds.). *Stimulus properties of drugs* (pp 87-110). New York: Appleton- Century- Crofts.

Owens, J. & Bower, G. H. & Black, J. B: (1979). The 'soap opera' effect in story recall. *Memory and Cognition*, 7, 185-191.

Paivio, A. M. (1969). Mental imagery in associative learning and memory. *Psychological Review*, 76, 241-163.

Paivio, A. M. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. New York: Oxford University Press.



Pantev, C., Oostenveld, R., Engelien, A., Ross, B., Roberts, L. & Hoke, M. (1998). Increased auditory cortical representation in musicians. *Nature*, 392, 811-814.

Parise, C. & Spence, C. (2008). Synesthetic congruence modulates the temporal ventriloquism effect. *Neuroscience Letters*, 442, 257-261.

Pauli, P., Bourne, L.E. Jr, Diekmann, H. & Birbaumer, N. (1999). Cross-modality priming between odors and odor-congruent words. *American Journal of Psychology*, 112, 175-186.

Pavani, F., Spence, C. & Driver, J. (2000). Visual capture of touch: out-of-the-body experiences with rubber gloves. *Psychological Science* 111 (5), 353-359.

Perner, J. (2000). Memory and Theory of Mind. En E. Tulving & F. Craik (Eds.). *The Oxford Handbook of Memory* (pp. 297-314). New York: Oxford University Press.

Pickering, S. (2006). *Working Memory and Education*. Oxford: Elsevier.

Posner, M.I. & DeHaene, S. (1994). Attentional networks. *Trends in Neurosciences*, 17, 75-79.

Posner, M.I. & Snyder, C.R.R. (1975). Attention and cognitive control. En R.L. Solso (Ed.). *Information processing and cognition: the Loyola symposium*. (pp. 55-85). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Postman, L. (1967). *Mechanisms of interference in forgetting*. Comunicación presentada en el Congreso anual de la American Association for Advancement of Science, New York.

Postman, L. y Phillips, L. (1965). Short-term temporal changes in free recall. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 17, 132-138.

Postman, L., Stark, K. & Fraser, J. (1968). Temporal changes in interference. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 7, 672-694.

Prescott, J., Johnstone, V. & Francis, J. (2004). Odor-taste interactions: effects of attentional strategies during exposure. *Chemical Senses*, 29, 331-340.

Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Katz, L.C., Lamantia, A.S. & McNamara, J.O. (2001). *Invitación a la neurociencia*. Madrid: Panamericana.

Radeau, M. (1994). Auditory-visual spatial interaction and modularity. *Current Psychology of Cognition*, 13, 3-51.

Ramachandran, V. S. & Hubbard, E. M. (2003). Hearing colors, tasting shapes. *Scientific American*, 288, 52-59.

Rauschecker, J. P., Tian, B. & Hauser, M. (1995). Processing of complex sounds in the macaque nonprimary auditory cortex. *Science*, 268, 111-114.

Razumiejczyk, E., Bacci, C., Iriarte, M.P., Britos, P., Genovese, I., Grigera Montegudo, D., Caselli, G. & Bellucci, P. (2010). Selección de estímulos para el estudio de los procesos cognitivos relacionados con la modalidad gustativa.

<http://www.salvador.edu.ar/psi/publicaciones/23/gustativa.pdf>

Razumiejczyk, E., Britos, P. & Grigera Monteagudo D. (2010). Interferencia entre representaciones gustativas y lingüísticas en la memoria operativa: evidencia de la tarea *stroop* intermodal. *Calidad de vida*, 5, 83-90.

Razumiejczyk, E., Macbeth, G. & Adrover, J.F. (2008). *Priming* intramodal e intermodal: un estudio gustativo-visual. *Revista de investigación en psicología*, 11(1), 69-79.

Razumiejczyk, E., Macbeth, G. & Adrover, J.F. (2011). Comparación de la interferencia *stroop* intermodal entre representaciones gustativas y visuales por imágenes y por palabras. *Boletín de Psicología*, 101, 7-20.

Razumiejczyk, E., Macbeth, G. & López Alonso, A. O. (2008a). Evidencia de *priming* gustativo y su disociación con la memoria explícita. *Universitas Psychologica*, 7 (2), 549-556.

Razumiejczyk, E. Macbeth, G. & López Alonso, A.O. (2008b). La vinculación entre las modalidades gustativa y olfativa en el reconocimiento del sabor. *Psico Logos*, 17, 5-12.

Razumiejczyk, E., Pereyra Girardi, C.I. & Macbeth, G. (2009). El juicio de sentimiento de conocimiento en la identificación de estímulos gustativos. *Boletín de Psicología*, 96, 67-78.

Recanzone, G. H., Schreiner, C. E. & Merzenich, M. M. (1993). Plasticity in the frequency representation of primary auditory cortex following discrimination training in adult owl monkeys. *Journal of Neuroscience*, 13, 87-103.

Regan, J. E. (1978). Involuntary automatic processing in color-naming tasks. *Perception & Psychophysics*, 24, 130-136.

Rensch, B. & Ducker, G. (1966). Verzögerung des Vergessens erlernter visueller Aufgaben bei Tieren durch Chlorpromazin. *Pfluegers Archiv Fur die Gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere*, 289, 200-214.

Revusky, S. (1971). The role of interference in association over a delay. En W. K. Honig & P. H. R. James (Eds.). *Animal memory* (pp 155-214). New York: Academic.

Richardson-Klavehn, A. y Bjork, R. A. (1988). Measures of memory. *Annual Review of Psychology*, 39, 475-543.

Roberts, K.L. & Hall, D.A. (2008). Examining a supramodal network for conflict processing: a systematic review and novel functional magnetic resonance imaging data for related visual and auditory stroop tasks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, 1063-1078.

Roelofs, A. (2005). The visual-auditory color-word stroop asymmetry and its time course. *Memory & Cognition*, 33, 1325-1336.

Rolls, E. T. (2000). The orbitofrontal cortex and reward. *Cerebral Cortex*, 10, 284-294.

Rolls, E.T. (2004). Multisensory neuronal convergence of taste, somatosensory, visual, olfactory, and auditory inputs. En G.A Calvert, C. Spence & B. E. Stein (Eds.). *The Handbook of Multisensory Processes*. (pp 311-331). Cambridge, MA.: MIT Press.

Rolls, E. T. & Baylis, L. L. (1994). Gustatory, olfactory, and visual convergence within the primate orbito-frontal cortex. *Journal of Neuroscience*, *14*, 5437-5452.

Rolls, E. T., Critchley, H. D., Mason, R. & Wakeman, E. A. (1996). Orbitofrontal cortex neurons: Role in olfactory and visual association learning. *Journal of Neurophysiology*, *75*, 1970-1981.

Romani, G. L., Williamson, S. J. & Kaufman, L. (1982). Tonotopic organization of the human auditory cortex. *Science*, *216*, 1339-1340.

Rosenzweig, M. R. (1984). Experience, memory and the brain. *American Psychologist*, *39*, 365-376.

Rosinski, R.R. (1977). Picture-word interference is semantically based. *Child Development*, *48*, 643-647.

Rosinski, R.R., Golinkoff, R.M. & Kukish, K.S. (1975). Automatic semantic processing in a picture-word interference task. *Child Development*, *46*, 247-253.

Ruiz Vargas, J. M. (1994). *La memoria humana. Función y estructura*. Madrid: Alianza.

Rumelhart, D. E., Mc Clelland, J. L., & The PDP Research Group (1986). *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition: Vol. I. Foundations*. Cambridge, Mass.: Bradford Books/ MIT Press.

Rundus, D. (1971). Analysis of rehearsal processes in free recall. *Journal of Experimental Psychology*, *89*, 63-77.

Rundus, D. & Atkinson, R. C. (1970). Rehearsal processes in free recall: A procedure for direct observation. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *9*, 99-105.

Sakai, K. (2003). Reactivation of memory: role of medial temporal lobe and prefrontal cortex. *Reviews in the Neurosciences* *14* (3), 241–252.

Sakai, K. & Miyashita, Y. (1991). Neural organization for the long-term memory of paired associates. *Nature*, *354*, 152-155.

Sakai, K. & Passingham, R.E. (2004). Prefrontal selection and medial temporal lobe reactivation in retrieval of short-term verbal information. *Cerebral Cortex*, *14* (8), 914–921.

Sakai, K., Rowe, J.B. & Passingham, R.E. (2002). Active maintenance in prefrontal area 46 creates distractor-resistant memory. *Nature Neuroscience*, *5* (5), 479–484.

Saldana, H. N. & Rosenblum, L. D. (1993). Visual influences on auditory pluck and bow judgements. *Perception and Psychophysics*, *54*, 406-416.

Sampaio, E., Maris, S. & Bach y Rita, P. (2001). Brain plasticity: "visual" acuity of blind persons via the tongue. *Brain Research*, 908, 204-207.

Schacter, D.L. (1987). Implicit Memory: History and current status. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory and cognition*, 13, 501-518

Schacter, D. L. (1999). *En busca de la memoria. El cerebro, la mente y el pasado*. Barcelona: SineQuaNon.

Schiffman, S. S. & Dackis, C. (1975). El sabor de los nutrientes: Aminoácidos, vitaminas y ácidos grasos. *Perception and Psychophysics*, 17, 140-146.

Schiffman, S. S. & Erickson, R.P. (1980). El concepto de sabores primarios versus un continuo de sabor. *Neuroscience and Behavioral Reviews*, 4, 109-117.

Schneider, W. & Shiffrin, R.M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search and attention. *Psychological Review*, 84, 1-66.

Schooler, J. W., Gerhard, D. & Loftus, E. F. (1986). Qualities of the unreal. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 12, 171-181.

Scott, T. R. (1987). Coding in the gustatory system. En T. E. Finger & W. I. Silver (Eds.). *Neurobiology of taste and smell* (pp 355-378). New York: Wiley.

Scott, T. R. & Giza, B. K. (2000). Issues of gustatory neural coding: Where they stand today. *Physiology and Behavior*, 69, 65-76.

Scott, T. R. & Plata-Salaman, C. R (1991). Coding of taste quality. En T. V. Getchell, R. I. Doty, J. M. Bartoshuk & J. B. Snow Jr. (Eds.). *Smell and taste in health and disease* (pp 345-368). New York: Raven.

Seuling, B. (1986). *You can't sneeze with your eye open and other freaky facts about the human body*. New York: Ballantine Books.

Shiffrin, R.M. & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review*, 84, 127-190.

Small, D. M. & Prescott, J. (2005). Odor/taste integration and the perception of flavor. *Experimental Brain Research*, 166, 345-357.

Smith, D. V. & Frank, M. E. (1993). Sensory coding by peripheral taste fibers. En S. A. Simon & S. D. Roper (Eds.). *Mechanisms of taste transduction* (pp 295-338). Boca Raton, FL: CRC Press.

Smith, E. E. & Jonides, J. (1999). Storage and executive processing in the frontal lobes. *Science*, 283, 1657-1661.

Smith, S. M., Glenberg, A. & Bjork, R. A. (1978). Environmental context and human memory. *Memory and Cognition*, 6, 342-253.

Spear, N. E. (1971). Forgetting as retrieval failure. En W. K. Honig & H. P. R. James (Eds.). *Animal memory* (pp 47-114). New York: Academic.



Spear, N. E. (1973). Retrieval of memory in animals. *Psychological Review*, 80, 163-194.

Spear, N. E. (1978). *The processing of memories: Forgetting and retention*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

Spence, C. & Driver, J. (2000). Attracting attention to the illusory location of a sound: reflexive crossmodal orienting and ventriloquism. *NeuroReport*, 11, 2057-2061.

Sperling, G. (1967). Successive approximations to a model for short-term memory. *Acta Psychologica*, 27, 285-292.

Sporer, S. L. (1991). Deep-deeper-deepest? Encoding strategies and the recognition of human faces. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17, 323-333.

Squire, L. R. (1986). Mechanisms of memory. *Science*, 232, 1612-1619.

Squire, L.R. (1987). *Memory and Brain*. New York: Oxford University Press.

Squire, L. R. (1995). Declarative and nondeclarative memory: multiple brain systems supporting learning and memory. En D. L. Schacter & E. Tulving (Eds.). *Memory systems 1994* (pp 203- 231). Massachusetts: M. I. T. Press

Sreenivasan, K.K. & Jha, A.P. (2007). Selective attention supports working memory maintenance by modulating perceptual processing of distractors. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19, 32-41.

Stevens, J. C. & Cain, W. S. (1986). Oliendo a través de la boca: efecto del envejecimiento. *Perception and Psychophysics*, 40, 142-146.

Stevenson, R. J. & Boakes, R. A. (2004). Sweet and sour smells: learned synesthesia between the senses of taste and smell. En G. A. Calvert, SC. Spence & B. E. Stein (Eds.). *The Handbook of Multisensory Processes* (pp 69-83). Cambridge, MA: M.I. T. Press

Stevenson, R. J. & Tomiczek, C. (2007). Olfactory-induced synesthesias: A review and model. *Psychological Bulletin*, 133, 294-309.

Stroop, J.R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 8, 643-666.

Sulin, R. A. & Dooling, D. J. (1974). Intrusion of a thematic idea in retention of prose. *Journal of Experimental Psychology*, 103, 255-262.

Tolman, E. C., Ritchie, B. F. & Kalish, D. (1946). Studies of spatial learning: II. Place learning vs response learning. *Journal of Experimental Psychology*, 36, 221-229.

Treisman, A. M. (1964a). Monitoring and storage of irrelevant messages in selective attention. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 3, 449-459.

Treisman, A. M. (1964b). Selective attention in man. *British Medical Bulletin*, 20, 12-16.

Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. En E. Tulving & W. Donaldson (Eds.). *Organization of memory* (pp 381-403). New York: Academic

Tulving, E. (1983). *Elements of episodic memory*. Oxford: Clarendon Press/ Oxford University Press.

Tulving, E. (1987). Multiple memory systems and consciousness. *Human Neurobiology, 6*, 67-80.

Tulving, E. & Craik, F. (2000). *The Oxford Handbook of Memory*. New York: Oxford.

Tulving, E. & Madigan, S. (1970). Memory and verbal learning. *Annual Review of Psychology, 21*, 437-484.

Underwood, B. J. (1957). Interference and forgetting. *Psychological Review, 64*, 48-60.

Underwood, B. J. (1969). Attributes of memory. *Psychological Review, 76*, 559-573.

Underwood, B. J. (1983). *Attributes of memory*. Glenview, Ill: Scott-Foresman.

Verzeano, J., Laufer, M., Spear, S., & McDonald, S. (1970). The activity of neuronal networks in the thalamus of the monkey. En K. H. Pribram & D. E. Broadbent (Eds.). *Biology of memory* (pp 239-271). New York: Academic.

Verzeano, M. & Negishi, K. (1960). Neuronal activity in cortical and thalamic networks. *Journal of General Physiology, 43*, 177-195

Von Békésy, G. (1960). *Experiments in hearing*. New York: McGraw Hill.

Wang, M., Gamo, N.J., Yang, Y., Jin, L. E., Wang, X.J., Laubach, M., Mazer, J. A. & Arnsten, A.F. (2011). Neuronal basis of age-related working memory decline. *Nature* 476, 210-213.

Ward, J., Huckstep, B. & Tsakanikos, E. (2006). Sound- colour synaesthesia: to what extent does it use cross-modal mechanisms common to us all? *Cortex* 42, 264-280.

Warren, R. M. & Warren, R. P. (1970). Auditory illusions and confusions. *Scientific American*, 223, 30-36.

Watkins, M. J. (1974). When is recall spectacularly higher than recognition. *Journal of Experimental Psychology*, 102, 161-163.

Watson, C. S. & Foyle, D. C. (1985). Factores primordiales en la discriminación e identificación de sonidos complejos. *Journal of the Acoustical Society of America*, 78, 375-380.

Weissman, D.H., Wagner, L.M. & Wolderff, M.G. (2004). The neural mechanisms for cross-modal distraction. *The Journal of Neuroscience*, 24, 10941-10949.

Werner, H. & Schiller, P.V. (1932). Untersuchungen über Empfindung und Empfinden: 5. Rauigkeit als intermodale Erscheinung [Investigations concerning sensation and sensing: 5. Roughness as an intermodal phenomenon]. *Z. Psychology*, 127, 265–289.

Wessel, D.L. (1979) El espacio del timbre como una estructura de control musical. *Computer Music Journal*, 3, 45-52.

West, R. (2004). The effects of aging on controlled attention and conflict processing in the stroop task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 103-113.

White, T.L. & Prescott, J. (2007). Chemosensory cross-modal stroop effects: congruent odors facilitate taste identification. *Chemical Senses*, 32, 337-341.

Wingfield, A. & Byrnes, D. L. (1981). *The psychology of human memory*. New York: Academic.

Wood, F., Taylor, B., Penny, R. & Stump, D. (1980). Regional cerebral blood flow response to recognition memory versus semantic classification tasks. *Brain and Language*, 9, 113-122.

Woodward, A. E. Jr., Bjork, R. A. & Jongeward, R. H. Jr. (1973). Recall and recognition as a function of primary rehearsal. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, 608-617.

Yamamoto, T., Yuyama, N. & Kawamura, Y. (1981). El procesamiento central de la percepción del sabor. En Y. Katsuki, R. Norgren & M. Sato (Eds.). *Brain mechanisms of sensation* (pp 197-207). New York: Wiley.

Ye, Q., Heck, G. & DeSimone, J. A. (1991). The anion paradox in sodium taste reception: Resolution by voltage-clamp studies. *Science*, 254,724-726.

Yost, W. A. & Dye, R. H. (1991). Properties of sound localization in humans. En R. A. Altschuler, R. P. Bobbin, B. M. Clopton & D. W. Hoffman (Eds.). *Neurobiology of hearing: the central auditory system* (pp 389-410). New York: Raven.

Zaragoza, M. S., McCloskey, M. & Jamis, M. (1987). Misleading postevent information and recall of the original event: Further evidence against the memory impairment hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13, 36-44.

Zatorre, A. J., Evans, A. C. & Meyer, E. (1994). Neural mechanisms underlying melodic perception and memory for pitch. *Journal of Neuroscience*, 14, 1908-1919.

Zellner, D. A., Stewart, W. F., Rozin, P. & Brown, J. M. (1988). El efecto de la temperatura y las expectativas en relación con las bebidas. *Physiology and Behavior*, 44, 61-68.

Zhao, G., Zhang, Y., Hoon, M., Chandrashekar, J., Erlenbach, I., Ryba, N. & Zuker, C. (2003). The receptors for mammalian sweet and umami taste. *Cell*, 115, 255-266.

# Anexo 1

## *Protocolo de respuesta*

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Núm	Gusto	Palabra	Tipo	Respuesta	TR (seg.)
1	Durazno	Durazno	Congruente		

Núm	Gusto	Palabra	Tipo	Respuesta	TR (seg.)
2	Durazno	Manzana	Incongruente		

Núm	Gusto	Palabra	Tipo	Respuesta	TR (seg.)
3	Durazno	Bicicleta	Control		

Núm	Gusto	Palabra	Tipo	Respuesta	TR (seg.)
4	Naranja	Naranja	Congruente		

Núm	Gusto	Palabra	Tipo	Respuesta	TR (seg.)
5	Naranja	Ananá	Incongruente		

Núm	Gusto	Palabra	Tipo	Respuesta	TR (seg.)
6	Naranja	Reloj	Control		

Núm	Gusto	Palabra	Tipo	Respuesta	TR (seg.)
7	Frutilla	Frutilla	Congruente		

Núm	Gusto	Palabra	Tipo	Respuesta	TR (seg.)
8	Frutilla	Banana	Incongruente		

Núm	Gusto	Palabra	Tipo	Respuesta	TR (seg.)
9	Frutilla	Moneda	Control		

Núm	Gusto	Palabra	Tipo	Respuesta	TR (seg.)
10	Ciruela	Ciruela	Congruente		



Núm	Gusto	Palabra	Tipo	Respuesta	TR (seg.)
11	Ciruela	Sandía	Incongruente		

Núm	Gusto	Palabra	Tipo	Respuesta	TR (seg.)
12	Ciruela	Anteojos	Control		

## Anexo 2

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

En calidad de estudiante de la Universidad del Salvador, Argentina, yo, .....doy mi consentimiento para participar en un estudio sobre memoria gustativa a cargo de la Lic. Matilde Jáuregui (FLACSO), bajo la dirección de la Dra. Eugenia Razumiejczyk (CONICET). Acepto la publicación de los resultados del estudio teniendo en cuenta que la información a difundir será anónima, por lo que mi identidad se mantendrá siempre reservada.

Por la presente nota me doy por enterado/a que:

- 1- El propósito general de esta investigación es estudiar el comportamiento de algunos fenómenos psicológicos relacionados con la cognición humana.
- 2- El procedimiento en el que participaré no es engañoso.
- 3- Mi participación en esta investigación no implica ningún riesgo o molestia de ninguna clase.
- 4- Los investigadores responderán a cualquier pregunta respecto de los procedimientos de este estudio cuando haya concluido la sesión de recolección de datos.
- 5- Soy libre de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que eso tenga consecuencias negativas de ningún tipo.

FIRMA: \_\_\_\_\_

ACLARACIÓN: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

