

Este resumen ha sido realizado con el libro
ATENCIÓN – TEORÍA Y PRÁCTICA. No
sustituye la lectura y estudio del libro, sólo
sirve para repasar conceptos de forma más
rápida.

ATENCIÓN

UNED - 2019/2020

MIRJAM KREUSEL

Tabla de contenido

0 PRESENTACIÓN DE LA EDICIÓN ESPAÑOLA: INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LA ATENCIÓN Y MARCO CONCEPTUAL	7
2 ¿Qué es la atención?	7
1 – La atención como selección	7
2 – La atención como energía	7
3 – Atención y automaticidad	7
4 – Atención y control de la acción	7
5 – Algunas conclusiones: ¿qué es la atención?	8
3 Terminología básica	8
1 – Atención selectiva, dividida y sostenida	8
2 – Arriba-abajo vs. Abajo-arriba	8
3 – Detección, identificación, discriminación	9
4 – <i>Target</i> y distractores	9
5 – Procesamiento temprano vs. Procesamiento tardío	9
6 – Procesamiento serial vs. Procesamiento en paralelo: el cuello de botella	9
4 Desplazamiento y control de la atención	9
1 – Atención abierta vs. Atención encubierta	10
2 – Atención endógena vs. Atención exógena	10
3 – El control de la atención mediante señales: tareas tipo Posner	10
4 – Atención dirigida al espacio (<i>space-based</i>) o dirigida al objeto (<i>object-based</i>)	10
5 Experimentación en el estudio de la atención	11
1 LA INVESTIGACIÓN SOBRE ATENCIÓN: PERSPECTIVA HISTÓRICA	12
1 – Introducción	12
2 – El periodo filosófico	12
3 – El periodo desde 1860 hasta 1909	13
1 – La velocidad de los procesos mentales	13
2 – Los efectos de la atención	14
4 – El periodo desde 1910 hasta 1949	16
5 – El periodo desde 1950 hasta 1974	16

6 – Desde 1975 hasta la actualidad	18
2 EL ESTUDIO DE LA ATENCIÓN DESDE EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	20
1 – Introducción	20
2 – La aproximación teórica del procesamiento de la información	20
1 – La teoría de la información	20
3 – La energía del procesamiento: el <i>arousal</i>	21
1 – <i>Arousal</i> y rendimiento: variables moduladores	21
2 – Un modelo de procesamiento inspirado en sistemas energéticos	22
4 – Medidas conductuales del procesamiento	23
1 – Tiempo de reacción (TR)	23
2 – Precisión de respuesta	24
5 – Medidas psicofisiológicas: potenciales evocados	24
6 – Técnicas de neuroimagen	25
3 ATENCIÓN SELECTIVA VISUAL	27
1 – Introducción	27
2 – Funciones de la atención selectiva	27
1 – Selección para la percepción	27
2 – Selección para la consciencia	27
3 – Selección para la acción	27
3 – El lugar de la selección: el debate temprano-tardío	27
1 – La propuesta de selección temprana (<i>early-selection view</i>)	28
2 – La propuesta de selección tardía (<i>late-selection view</i>)	28
3 – El debate: ¿es la selección temprana o tardía?	28
4 – La metáfora del foco atencional	29
1 – Ajustando el tamaño del foco atencional: la lente-zoom	29
2 – Desplazando el foco atencional	29
3 – Foco atencional y naturaleza de las regiones espaciales	30
5 – La metáfora del gradiente atencional	30
6 – El control atencional del córtex frontal	31

7 – Orientación abierta y encubierta	31
8 – Orientación exógena y endógena	31
9 – Atención orientada al espacio vs atención orientada al objeto	32
1 – ¿Es el espacio “especial”? (<i>space-based</i>)	32
2 – Dirigiendo la atención hacia los objetos (<i>object-based</i>)	33
10 – Búsqueda visual	34
1 – La teoría de la integración de características (TIC)	35
4 ATENCIÓN AUDITIVA Y CROSSMODAL	37
1 – Introducción	37
2 – Atención selectiva auditiva	37
1 – Escucha dicótica: el sombreado	37
2 – Factores que facilitan la selección	38
3 – El procesamiento semántico de la información no atendida	38
3 – Atención dividida auditiva	39
1 – Escucha dicótica: la técnica de amplitud de memoria dividida (<i>split-span</i>)	39
2 – Tareas de detección auditiva	39
4 – Funciones de alerta de la atención auditiva	40
5 – Predisposición atencional	40
1 – Atendiendo a diferentes modalidades sensoriales	41
2 – Dominancia de la modalidad visual	42
3 – Efectos de la información visual sobre la localización auditiva: la ventriloquía	42
4 – Efectos de la atención sobre la percepción del dolor	42
6 – Atención <i>crossmodal</i>	43
1 – Efectos de la señalización <i>crossmodal</i>	43
2 – ¿Existe un control supramodal único para la atención espacial?	43
5 ATENCIÓN E INHIBICIÓN	45
1 – Introducción	45
2 – Tipos de inhibición	45
1 – Inhibición neurológica que contrarresta la activación	45
2 – Inhibición reactiva	45

3 – Inhibición conductual	46
3 – Inhibición de la información relevante	46
1 – El efecto Stroop	46
2 – El efecto Simon	47
3 – La selección de respuesta en la explicación de los efectos de compatibilidad espacial	47
4 – El efecto de compatibilidad de los flancos	48
4 – Inhibición de retorno	49
1 – Función de la inhibición de retorno	49
5 – Marcado visual	50
6 – <i>Priming</i> negativo	50
1 – <i>Priming</i> negativo vinculado al objeto	50
2 – Dificultad de la selección y magnitud del <i>priming</i> negativo	51
3 – La hipótesis de la inhibición	52
4 – La hipótesis de la recuperación desde la memoria	52
7 – Respondiendo ante una señal de <i>stop</i>	52
1 – Tiempos de parada: factores que le afectan	53
2 – Naturaleza del proceso <i>stop</i>	53
6 REALIZANDO VARIAS TAREAS A LA VEZ	55
1 – Introducción	55
2 – Gestionando las estrategias atencionales	55
3 – Modificando los objetivos: la alternancia entre tareas	55
1 – El coste por cambio de tarea	56
2 – El coste residual	56
4 – Control en tareas multietapa	57
5 – Control en multitarea	58
6 – Atención, destreza y automaticidad	58
7 – Ejecutando dos tareas a la vez: el periodo refractario psicológico	59
1 – Definición y naturaleza del periodo refractario psicológico	59
2 – El modelo de cuello de botella en la selección de respuesta	60
3 – Efectos de la práctica sobre el PRP	61

4 – Alternativas al modelo de cuello de botella	62
7 ATENCIÓN Y MEMORIA	63
1 – Introducción	63
2 – Memoria sensorial	63
1 – Memoria icónica	63
2 – Memoria ecoica	64
3 – Memoria operativa	64
1 – El bucle fonológico o memoria operativa verbal	64
2 – La agenda visoespacial o memoria operativa visoespacial	65
3 – El ejecutivo central	65
4 – Atención y recuperación de la información	66
5 – Atención y consolidación en la memoria	66
1 – Parpadeo atencional	66
2 – Ceguera para el cambio	68
6 – Revisitando el modelo de cuello de botella	68
7 – Aprendizaje implícito	69
8 – Atención, destreza y memoria	70
8 CARGA MENTAL, CONSCIENCIA SITUACIONAL Y ERROR HUMANO	72
1 – Introducción	72
2 – Carga mental y recursos de procesamiento	72
1 – <i>Arousal</i> y carga mental: el modelo del recurso único	72
2 – El modelo de los recursos múltiples	73
3 – Estrategias de procesamiento	73
4 – Medidas de carga mental	74
1 – Medidas fisiológicas	74
2 – Medidas conductuales del desempeño	75
3 – Curvas POC	75
4 – Medidas subjetivas	76
5 – Criterios para seleccionar medidas de carga	77

5 – Consciencia situacional	77
1 – Consciencia situacional y memoria	77
2 – Consciencia situacional y carga mental	78
3 – Evaluación de la consciencia situacional	78
4 – Mejorando la consciencia situacional	78
6 – El error humano	79
1 – Inicio y mantenimiento de un plan de acción	79
2 – El dirimidor y el sistema atencional supervisor (SAS)	81

0 PRESENTACIÓN DE LA EDICIÓN ESPAÑOLA: INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LA ATENCIÓN Y MARCO CONCEPTUAL

2 ¿Qué es la atención?

El término **atención** es uno de los que más habitualmente se emplean en el lenguaje cotidiano. En 1980 William James afirmó que *“todo el mundo sabe lo que es la atención”*, y más o menos todos conocemos su tarea. Pero no necesariamente el concepto que tenemos en el lenguaje cotidiano se corresponde con el de los investigadores.

1 – La atención como selección

La atención nos permite **seleccionar** la información relevante e ignorar la irrelevante. Para evitar el desbordamiento de información presenta una especie de **filtro** estilo “**cuello de botella**”. La posición exacta de ese filtro ha generado el debate “**temprano-tardío**”.

Uno de los primeros ámbitos de la psicología de la atención es la selección de información relevante e inhibición de la irrelevante. Entendiéndolo así, se emplea el término “**atención selectiva**”.

2 – La atención como energía

Otros investigadores han preferido entender la atención como un conjunto limitado de recursos (**energía limitada**) que se comparte entre las diversas tareas que son ejecutadas. Esto ha permitido explicar la capacidad que mostramos las personas para efectuar varias tareas de manera simultánea. Cuando las demandas impuestas por las diferentes tareas son excesivas y superan los recursos o energía disponibles, estos se asignarán conforme a una política de distribución. Así entendida la atención recibe el nombre de “**atención dividida**”.

3 – Atención y automaticidad

Los cambios en la forma de afrontar una tarea o actividad ha llevado a distinguir entre **procesos controlados** y **procesos automáticos**. Un proceso controlado requiere atención consciente y puede ser interferido por otro proceso o tarea. En contra, un proceso automático no precisa atención, transcurre alejado del plano consciente, y es inmune a la influencia ejercida por otros procesos. Actualmente, esta disociación está sujeta a controversia.

4 – Atención y control de la acción

Además de seleccionar y filtrar la atención y posteriormente distribuir la energía, también es necesario seleccionar y emitir la respuesta adecuada en el momento preciso. A esta concepción de selección de la respuesta apropiada se le denomina “**control de la acción**”.

5 – Algunas conclusiones: ¿qué es la atención?

La **atención** es mucho más de lo que consideramos habitualmente. No sólo seleccionar la información relevante, también inhibir activamente la información no relevante; ejecutar correctamente una actividad aislada pero también la realización conjunta de varias tareas; los mecanismos inconscientes implicados; y la selección y emisión de las acciones o respuestas adecuadas forman parte del término en cuestión.

Podemos considerar la **atención** como *un mecanismo de control ejecutivo del procesamiento de la información que nos permite realizar de forma adecuada las múltiples tareas a las que nos enfrentamos en nuestra vida cotidiana, priorizando unas actividades y relegando a segundo plano otras*. De forma genérica, entendemos la atención como un complejo mecanismo, en el que subyacen diversos sistemas cerebrales, implicados en el control del procesamiento de la información y en la selección de conductas. Guarda una estrecha relación y se deja influir por otros procesos cognitivos, especialmente la percepción y la memoria.

La investigación científica de la atención emergió en los últimos veinte años, con aportaciones provenientes de la neurociencia cognitiva. Los descubrimientos de este campo son fundamentales para el resto de los procesos psicológicos básicos. Además es una disciplina de enorme aplicabilidad en ámbitos clínicos, educativos, organizacionales o del trabajo.

3 Terminología básica

1 – Atención selectiva, dividida y sostenida

- **Atención selectiva:** aquellas operaciones que nos permiten filtrar la información relevante y priorizarla frente a la irrelevante o distractora que debe ignorarse
- **Atención dividida:** aquellas operaciones que nos permiten repartir la capacidad o los recursos de procesamiento entre dos o más actividades realizadas de forma más o menos simultánea. Es el mecanismo que subyace en todos los estudios empleando el paradigma de doble tarea o tarea dual.

Cabe destacar que, aunque la disociación entre atención selectiva y dividida ha sido tradicional, la realidad es que las tareas de atención dividida tienen también su fundamento selectivo.

- **Atención sostenida:** capacidad para mantener activa nuestra atención y permanecer alerta durante amplios periodos de tiempo. En el ámbito aplicado, las actividades de control de procesos y de calidad son tareas de atención sostenida. El “decremento de la vigilancia” es un brusco decremento del desempeño de la tarea de control/vigilancia a partir de la primera media hora.

2 – Arriba-abajo vs. Abajo-arriba

Hace referencia al locus o origen de los mecanismos que determinan el procesamiento:

- **Bottom-up** o **mecanismos abajo-arriba:** los cambios atencionales se ejecutan automáticamente, dirigidos por rasgos o propiedades físicas del estímulo externo. El procesamiento está bajo el control de los **estímulos (stimulus driven)**
- **Top-down** o **mecanismos arriba-abajo:** los cambios atencionales se ejecutan voluntariamente y están bajo control volitivo del sujeto, en función de expectativas cognitivas, requisitos de las tareas y/o metas. Este procesamiento está dirigido hacia las **metas (goal-driven)** y controlado por una serie de expectativas o predisposiciones atencionales (**attentional set**).

3 – Detección, identificación, discriminación

- **Detectar:** advertir la presencia de un estímulo determinado.
- **Identificar:** conlleva saber qué es el estímulo, es decir, categorizarlo o asignarle un significado
- **Discriminar:** implica localizar diferencias entre dos o más estímulos

4 – Target y distractores

La capacidad selectiva de la atención actúa sobre la información relevante y la pasa por un filtro para su posterior procesamiento, inhibiendo la información irrelevante. El estímulo relevante que debe ser detectado o identificado es el **target**, mientras que los estímulos **distractores** son aquellos que se deben ignorar.

5 – Procesamiento temprano vs. Procesamiento tardío

El **procesamiento de la información** hace referencia a las operaciones cognitivas que una persona pone en marcha desde que recibe la información del medio hasta que emite una respuesta.

Ejemplificándolo con la modalidad visual, durante el primer estadio o fase de identificación perceptiva se distingue entre:

- **Procesamiento visual temprano (*early visual processing*):** lleva a una primera representación, esbozo o boceto primario del ambiente en forma de características básicas. Depende de la actuación de mecanismos fisiológicos relacionados con el sistema visual y se rige por las características definitorias de la estimulación ambiental.
- **Procesamiento visual tardío (*late visual processing*):** es la integración y reconocimiento visual de las formas o características obtenidas en la fase anterior. Las características básicas previas se organizan en una unidad o percepto que resulte significativo para la persona. Depende principalmente del conocimiento del observador y de su experiencia previa.

6 – Procesamiento serial vs. Procesamiento en paralelo: el cuello de botella

Esta disociación alude a la temporalidad en el procesamiento de las diversas informaciones:

- **Procesamiento serial:** las múltiples fuentes de información o estímulos se procesan uno tras otro
- **Procesamiento en paralelo:** las diversas fuentes de información, eventos o estímulos se procesan simultáneamente, a la vez.
- **Cuello de botella o *bottleneck*:** alude a un estrangulamiento o estrechamiento durante el procesamiento, debido a que en un momento determinado la información, que está siendo procesada en paralelo, pasa a procesarse en serie debido a nuestra limitada capacidad atencional. Su origen se localiza en el modelo de filtro de Broadbent.

4 Desplazamiento y control de la atención

La capacidad de desplazar o cambiar nuestra atención desde una ubicación hacia otra da lugar a la metáfora del foco de luz (**spotlight**). Este desplazamiento puede ser controlado voluntariamente o ser ajeno al control voluntario.

1 – Atención abierta vs. Atención encubierta

Esta distinción surge de la posible convergencia entre receptores sensoriales y cambios atencionales.

- **Atención abierta o *overt attention***: los órganos sensoriales se dirigen hacia la fuente de información que es atendida
- **Atención encubierta o *covert attention***: nuestra atención actúa por su cuenta y se disocia de nuestra manera

Aunque en la mayoría de las ocasiones nuestra atención se dirige a lo que visualizamos, puede desplazarse en el espacio de forma relativamente independiente respecto a nuestros ojos.

2 – Atención endógena vs. Atención exógena

- **Atención endógena**: aquellos desplazamientos voluntarios del foco atencional, guiados internamente bajo control de la persona (arriba-abajo)
- **Atención exógena**: cambios atencionales reflejos provocados por la presencia repentina de estímulos externos (abajo-arriba)

3 – El control de la atención mediante señales: tareas tipo Posner

Los estímulos capaces de controlar y desplazar nuestra atención son las “**señales**” (**cues**):

- **Señales endógenas o centrales**: precisan ser interpretadas cognitivamente para controlar y dirigir la atención. Aparecen en el centro de la presentación en las tareas tipo Posner
- **Señales exógenas o periféricas**: no requieren una interpretación y atraen directamente la atención hacia la posición ocupada. Surgen en la periferia del campo visual.

Este tipo de disposiciones experimentales se denomina genéricamente **paradigmas de señalización** o **paradigma tipo Posner**. La señalización es vital en el ámbito de la atención en general y en el de la selección de la información en particular.

Partiendo de una línea base o control de ensayos neutros, se pueden calcular los **beneficios** asociados a una señal válida y los **costes** implicados por usar una señal inválida. Por ello, en ocasiones, se denomina este paradigma también **paradigma de costes-beneficio**.

4 – Atención dirigida al espacio (*space-based*) o dirigida al objeto (*object-based*)

La dimensión espacial parece ser una propiedad relevante que controla la atención

- **Posición centrada en el espacio**: el foco atencional selecciona regiones espaciales, transitando desde una a otra, explorando los diversos estímulos que allí se puedan ubicar. Los objetos se identifican una vez que la atención se haya ubicado en la región que los contiene
- **Posición fundamentada en el objeto**: el foco atencional se dirige sólo a aquellas zonas del espacio que contienen objetos de interés. En este contexto, el concepto de “**objeto**” es más amplio de lo que consideramos cotidianamente por objeto, ya que implica cualquier unidad perceptiva organizada.

Las características básicas de los objetos durante el procesamiento visual temprano pueden formar agrupaciones perceptivas siguiendo los principios de la psicología de la Gestalt. Estas organizaciones perceptivas emergen en fases tempranas del procesamiento visual y sobre ellas actúa la atención con idéntica eficacia que sobre los objetos significativos del medio.

5 Experimentación en el estudio de la atención

En la investigación sobre atención los espacios temporales abordados son ínfimos, del orden de milisegundos.

Un **experimento** es una situación controlada en la que el investigador manipula una serie de eventos con el propósito de observar su posible repercusión sobre otros eventos. Las condiciones que se manipulan son las **variables independientes (VI)** y las que se miden para observar los cambios ocasionados son las **variables dependientes (VD)**. Por ejemplo como VD se pueden utilizar el *tiempo de reacción* (TR) o los *errores de detección*.

Un aspecto importante en todo experimento es que los sujetos se familiaricen con la tarea mediante **ensayos de práctica**. También es importante establecer:

- Intervalo entre ensayos: tiempo que pasa entre la finalización de un ensayo y el inicio del siguiente
- **Intervalo entre estímulos (ISI, *inter stimulus interval*)**: tiempo que media entre la finalización de un evento y el inicio del siguiente
- **Asincronía en la presentación del estímulo (SOA, *stimulus onset asynchrony*)**: tiempo que transcurre entre el inicio de dos eventos (suma la duración del primer evento con el ISI)

1 LA INVESTIGACIÓN SOBRE ATENCIÓN: PERSPECTIVA HISTÓRICA

1 – Introducción

El estudio de la atención es fundamental para la psicología y la neurociencia cognitiva contemporánea. La **atención** es un mecanismo psicológico esencial para la percepción, la cognición y la acción, ejerciendo influencia sobre cualquier decisión que el ser humano debe adoptar.

Este campo puede resultar de interés para cualquier persona que desee ampliar sus conocimientos acerca de la conducta y la cognición humana y adquirir, de este modo, una plena comprensión de cómo el mecanismo atencional dirige las acciones.

Obras como *The Psychology of Attention* (Ribot, 1890), *The Psychology of Feeling and Attention* (Titchener, 1908) y *Attention* (Pillsbury, 1908) aportaron sólidos fundamentos al estudio de la atención en el ámbito de la psicología experimental. Según Titchener, el “descubrimiento” de la atención supuso uno de los mayores logros de la psicología experimental, refiriéndose con “descubrimiento” a la formulación explícita del problema atencional. Junto a Pillsbury subraya la importancia de su estudio en los periodos más temprano de la psicología y también su mantenimiento en la investigación actual.

La historia de la investigación sobre atención se puede segmentar en cinco amplios periodos:

1. El **filosófico**, anterior a la fundación de la psicología como ciencia
2. Desde la fundación de la psicología hasta **1909**
3. Desde 1910 hasta 1949, coincidiendo con el auge y dominio **conductista**, disminuyendo aparentemente la cantidad de trabajos sobre atención
4. Desde 1959 hasta 1974 resurge el interés por la atención de forma simultánea con la **revolución cognitiva**
5. La **investigación contemporánea**, desde 1975 hasta la actualidad

2 – El periodo filosófico

Previo al establecimiento de la psicología como ciencia, diversas cuestiones actualmente discutidas en ámbito científico, ya surgieron en el contexto filosófico.

Luis Vives (1492-1540), considerado padre de la psicología moderna, reconoce en su libro *De Anima et Vita* (1538) de forma pionera la importancia de la investigación empírica. Es conocido por sus observaciones sobre las relaciones entre **atención y memoria**: aprender consiste en formar asociaciones entre ideas y el recuerdo puede acontecer, bien por una activación automática de tales ideas, o bien mediante una búsqueda intencional que conlleva esfuerzo.

Malebranche (1638-1715) fue el primer filósofo en tratar ampliamente el tema de la atención. En su libro *The Search After Truth* (1674) afirma que tenemos acceso a las **ideas y representaciones** del mundo exterior, pero no al mundo en sí mismo.

Leibniz (1646-1716) introdujo el concepto de “**apercepción**”: acto necesario para que un individuo llegue a ser consciente de los eventos perceptivos. Adoptó una visión refleja de la atención considerando que ésta se dirige de forma automática a los eventos e ideas que la requieren. Pero también admitió una dimensión volitiva.

Herbart (1776-1841) coincidió con Leibniz pero insistió en considerar la apercepción como un mecanismo que ponía en relación las nuevas ideas con las ya albergadas en la mente a través de asociaciones. Fue de los primeros en remarcar la importancia de los **modelos matemáticos** para el estudio de la psicología.

Contra la idea de la incapacidad de las personas para atender a más de un evento a la vez, Hamilton (1788-1856) propuso que la **amplitud o intervalo de la atención** podría superar el de un simple objeto. Estimo dicho intervalo en unos cuatro ítems.

3 – El periodo desde 1860 hasta 1909

Que algunas reflexiones filosóficas (como las de Hamilton) derivasen en predicciones comprobables experimentalmente, y el desarrollo de los llamados **métodos psicofísicos** a mediados del siglo XIX, permitieron medir las relaciones entre la estimulación física y la correspondiente respuesta psicológica.

1 – La velocidad de los procesos mentales

Wilhelm Wundt, fundador del primer laboratorio de investigación psicológica en 1879, fue el responsable de introducir el estudio de la atención en el **ámbito experimental**. Le interesaba explorar la **ecuación personal** en los cálculos de los astrónomos. Simulando la situación correspondiente “*se dio cuenta de que estaba midiendo, por primera vez, la **velocidad de los procesos mentales***”. Este descubrimiento le llevo a resaltar la importancia del control voluntario de la atención.

Reconsiderando la contribución de Wundt a la Psicología

Frecuentemente se atribuye, tanto a Wundt como a Titchener, la perspectiva estructuralista y la metodología introspectiva.

Sin embargo, el estructuralismo y la introspección fueron rechazados y sustituidos por el conductismo, por lo que, a menudo, las contribuciones específicas de Wundt han sido consideradas poco relevantes para la psicología actual.

Sin embargo, el propio Wundt no elegía de forma primaria el método de la introspección y, además, fue muy crítico con la dependencia de Titchener de ese método.

Igualmente, denominó su perspectiva teórica “**voluntarismo**”. Destacaba la importancia de los procesos mentales incidiendo en que la *síntesis mental* iba más allá de la simple combinación de elementos mentales. Sus estudios sobre volición “*equivalen a un elaborado análisis de los procesos atencionales selectivos y constructivos*”. Su orientación está, por tanto, más cerca de la psicología contemporánea de lo que se considera habitualmente.

La primera investigación detallada sobre la duración de los procesos mentales fue realizada por F. C. Donders, y son descritos en la tesis doctoral de De Jagger como medición del **tiempo de reacción (TR)** en tareas de identificación de un estímulo y selección de la correspondiente respuesta motora. El método de cómputo de la duración de un proceso mental se le conoce como **método sustractivo**, y Donders distingue tres tipos de tareas que implican distintas reacciones:

- A. Simple
- B. De elección
- C. *Go/no-go*

La utilización de estas tareas permitió medir, por separado, el tiempo de identificación del estímulo y los procesos de decisión de respuesta:

- Tarea **C** – Tarea **A**: **identificación** del estímulo
- Tarea **C** – Tarea **B**: “*expresión de la voluntad*”: **decisión** de responder o no.

Exner (1882) advirtió que los sujetos cuentan con una preparación voluntaria o disposición previa hacia el estímulo que iba a ser presentado, junto con la respuesta refleja en sí misma causada por dicho estímulo. La “**disposición perceptiva**” requiere dirigir la atención al estímulo y conlleva una apercepción y un acto intencional de la voluntad, ocasionando respuestas lentas. La “**disposición motora**” implica focalizar la atención en la respuesta y ocasiona una respuesta refleja rápida.

Investigadores como Merkel (1885) demostraron, por primera vez, que el TR de elección se incrementaba conforme lo hacía el número de alternativas estímulo-respuesta que se incluían en el experimento. Parecía deberse al aumento de la incertidumbre respecto a la respuesta que debía ser emitida. Sus resultados indicaban que la probabilidad de ocurrencia de los estímulos afecta al tiempo de respuesta. El trabajo de Hick y Hyman (1952/1953) de replicar las investigaciones de Merkel dieron lugar a la **ley de Hick-Hyman**.

2 – Los efectos de la atención

A finales del siglo XIX, Hermann von Helmholtz (1894) consideró que la atención era algo necesario durante la percepción visual. Mediante un **taquiscopio** observó que podía dirigir su atención a una determinada región o zona, con anterioridad a la presentación visual del estímulo, a pesar de permanecer sus ojos en una posición estática. También descubrió que la atención disponía de ciertos límites, ya que en ocasiones las letras próximas al punto de fijación central no eran percibidas automáticamente.

Wundt defendió que la atención era una actividad interna que permitía aflorar las ideas en la consciencia según grados, y que la atención conlleva tres componentes esenciales que afectan a las ideas:

- Incremento en la claridad de las ideas
- Conjunto de sensaciones musculares que las acompañan pertenecientes a su misma modalidad sensorial
- Determinados sentimientos que afloran junto con ellas.

Autores como Lotze (1885) no aceptaron esa visión de iluminación intensa del contenido de las ideas, sino que entendían que la atención consciente presentaba diversos grados: “*podemos concebir la idea en sí misma junto con su propia naturaleza; también la conexión de dicha idea con otras ideas; y, finalmente, la importancia de dicha idea para nuestra vida personal*”.

Otros estudios (Pillsbury) mostraron que las condiciones de un acto de atención debían localizarse tanto en la tarea como en la disposición de responder del sujeto. La **disposición atencional** es la configuración de una tendencia o actitud a responder ante un estímulo de una determinada manera.

La visión de William James (1890/1950) sobre la atención es de las más citadas: *“consiste en que la mente toma posesión, de manera clara y lúcida, de uno de varios objetos o cadenas de pensamiento que aparecen simultáneamente. La focalización y la concentración de la consciencia constituyen su esencia. Implica dejar a un lado algunas cosas con el fin de abordar otras eficazmente”*. La **“claridad de la atención”** es uno de los aspectos más relevantes. Varios autores se mostraron de acuerdo con esta concepción (Titchener, Pillsbury).

Surgió a raíz de esta concepción el debate de si atender implica la actuación de mecanismos excitatorios selectivos (directos) o bien de mecanismos inhibitorios (indirectos).

James, acorde a una perspectiva funcionalista, clasifica la atención de diferentes formas:

La atención puede **dirigirse** a:

- a) Estímulos sensoriales (atención sensorial)
- b) Ideas o representaciones mentales del objeto (atención intelectual)

Actúa de **forma**:

- c) Inmediata
- d) Demorada

La atención **es**:

- e) Pasiva, refleja, involuntaria, sin esfuerzo
- f) Activa y voluntaria

Y los **efectos inmediatos** de la atención nos permiten:

- a. Percibir
- b. Comprender
- c. Distinguir
- d. Recordar
- e. Acortar nuestros **“tiempos de reacción”**

Mostrando así ya influencia en la memoria, Pillsbury es más explícito: *“la retención depende del grado de atención prestada durante el aprendizaje. El recuerdo es siempre dirigido por la atención y el reconocimiento se ve influido por la atención tanto en su rapidez como en la corrección”*, sin dejar de advertir que *“no existe acto atencional que no incorpore algún proceso motor”*.

James se muestra acorde admitiendo que *“el ajuste del organismo y una preparación ideomotora o prepercepción están implicadas en todo acto atencional”*. El **ajuste orgánico** se refiere a la acomodación o ajuste de los órganos sensoriales, mientras que la **preparación ideomotora** es la preparación anticipatoria proveniente de centros ideomotores que tiene relación con el objeto al que se va a prestar atención.

Poco a poco la idea de la bidireccionalidad de los vínculos entre los movimientos y las representaciones mentales se fue introduciendo con el término **acción ideomotora** utilizado por Carpenter (1852) para explicar el efecto de la sugestión sobre el movimiento muscular que actúa en un plano inconsciente.

James defendía la **teoría ideomotora de la acción**: la simple idea del movimiento a veces es suficiente para ejecutar un movimiento, mientras que otras veces no lo es.

Actualmente existe la idea de que si una tarea requiere atención entonces interferirá con la ejecución de otra tarea que también requiere atención. Binet (1890) fue de los primeros en sugerir que la atención podría entenderse en términos de **interferencia**.

Esta trayectoria histórica nos permite observar que desde 1860 hasta 1909 el estudio de la atención fue incorporando investigaciones científicas y varios trabajos experimentales. Sin embargo, menciona Ribot que se prestaron muchos esfuerzos a los efectos de la atención, pero pocos al análisis de sus mecanismos.

4 – El periodo desde 1910 hasta 1949

Con frecuencia se lee que la investigación en ese periodo fue prácticamente inexistente. Pero una recopilación de trabajos realizada por Lovie (1983) mostró que realmente los trabajos realizados durante ese periodo actuaron a modo de puente entre la investigación anterior y los actuales estudios contemporáneos que se incrementaron con el advenimiento de la psicología cognitiva.

Las aportaciones más destacables sobre atención en esa época son:

El fenómeno del **coste por cambio de tareas** explicado por Jersild (1927). Según este autor *“una disposición mental es ante todo una actividad de la consciencia. El mismo estímulo puede evocar una multiplicidad de respuestas, dependiendo del contexto de aparición”*. Comparando la ejecución de una única tarea o dos tareas diferentes de forma alternativa mostraron que el tiempo ocupado por la segunda condición de tarea múltiple fue mucho mayor que el ocupado en la de tarea única.

El **periodo refractario psicológico**, idea que adoptó Telford (1931) de la fase refractaria de la estimulación neuronal, implica que a menor intervalo entre presentaciones estímulares el TR va creciendo.

Uno de los trabajos más citados en psicología es el realizado por J. R. Stroop (1935/1992) donde demuestra cómo la información que es irrelevante para realizar una tarea puede llegar a afectar seriamente a la misma. El **efecto Stroop** implica que la presencia de información conflictiva en una palabra (color de tinta distinto al color denotado por la palabra) hace que aumente notablemente el tiempo dedicado a la tarea de nombrar el color de la tinta. Esa interferencia es asimétrica: el significado de la palabra interfiere sobre la denominación del color de la tinta, pero el color de la tinta no afecta la lectura de la palabra. La tarea Stroop es una de las técnicas más utilizadas para evaluar una extensa colección de temas atencionales.

Aunque la investigación en ese periodo fue menor que en décadas precedentes, se lograron descubrimientos importantes con gran repercusión posterior.

5 – El periodo desde 1950 hasta 1974

Destaca el interés por estudiar la cognición humana desde el marco teórico del procesamiento de la información. Este resurgimiento lleva el nombre de **revolución cognitiva** y surge del desarrollo de la *teoría de la información* y de la caracterización de los *estadios o fases del procesamiento*.

La investigación estuvo marcada por una confluencia entre la teorización básica y su materialización en contextos aplicados. Ejemplo de ello son los trabajos realizados sobre **mantenimiento de la vigilancia** como el *test del reloj* de Mackworth (1950) para evaluar la atención en una tarea de vigilancia. Se encontró el fenómeno llamado **decremento de la vigilancia**, un descenso brusco en la capacidad de mantener la atención a partir de la media hora de tarea.

Otro de los trabajos experimentales más trascendentes en este periodo fue el llevado a cabo por Colin Cherry (1953) sobre los mecanismos de atención selectiva o el fenómeno de la **cocktail party**. En concreto se interesó por saber qué tipo de información podía ser recordada de los mensajes no atendidos y diseñó para ello un procedimiento llamado **escucha dicótica**. Observó que los sujetos no podían indicar nada acerca del significado del mensaje no atendido y tampoco se daban cuenta de un cambio de idioma, pero si detectaban características físicas (cambios en tono de voz).

Un experimento parecido le permitió a Donald Broadbent (1958) desarrollar el primer modelo científico formalizado sobre atención: **modelo o teoría del filtro**. Considera al sistema nervioso como un canal de comunicación que dispone de capacidad limitada, de manera que toda la información recibida del medio se mantiene en un almacén temporal (preatencional) bloqueado por un filtro selectivo (cuello de botella o *bottleneck*). Los mensajes no atendidos, al no ser capaces de atravesar el filtro, no pueden ser identificados.

Estudios posteriores pusieron en entredicho la existencia de un filtro rígido. Anne Treisman (1960) reformuló la teoría del filtro de Broadbent proponiendo la **teoría del filtro atenuado**: la selección previa o temprana de la información que ejerce el filtro sigue siendo anterior a la identificación del estímulo, pero la misión del filtro no es un bloqueo completo del canal no atendido, sino atenuarlo. Si determinada información de ese canal supera el umbral de atenuación puede atravesar el filtro y ser identificada.

Deutsch y Deutsch (1963) propusieron una visión diferente: la información del canal no atendido siempre era identificada y el cuello de botella impuesto por la selección de la información ocurría en fases del procesamiento más tardías o posteriores. Esta nueva perspectiva dio origen a las teorías de la **selección tardía**. El debate **temprano-tardío** reside en saber cuándo se identifica semánticamente la información.

Al inicio de los años setenta, con la introducción de las tareas visuales, surge una nueva aproximación que considera la atención como un **recurso genérico limitado** del que depende la ejecución de diversos procesos y tareas. Entre los **modelos de recurso unitario o capacidad unitaria** destaca el de Kahneman (1973) que considera la atención a modo de energía que puede distribuirse entre distintas tareas y en diversas cantidades. El suministro disponible varía en función de la activación o **arousal**. Este tipo de modelos favorecieron el auge de la técnica de doble tarea y sus medidas derivadas, como las **curvas POC (Performance Operating Characteristic)** o las medidas de **carga mental** empleando tareas secundarias. La idea es que una tarea interferirá sobre otra simultánea cuando los recursos sean limitados y las tareas compitan por conseguirlos.

También se empiezan a publicar los primeros experimentos con humanos empleando técnicas psicofisiológicas: **potenciales evocados**. Esto permitía obtener evidencias sobre la naturaleza de los mecanismos cerebrales subyacentes al procesamiento de los estímulos.

La aportación más destacada fue, por tanto, el surgimiento de numerosos modelos teóricos sobre la atención bajo el marco teórico del procesamiento de la información.

6 – Desde 1975 hasta la actualidad

Durante el último cuarto del siglo XX hasta la actualidad la investigación alrededor de la **atención** se ha incrementado de forma espectacular. Los modelos de recurso unitario dieron paso a los **modelos de recursos múltiples**. Estos surgen al observar que es más sencillo ejecutar dos tareas simultáneas cuando sus respectivos estímulos y respuestas no pertenecen a la misma modalidad sensorial. A raíz de estas observación, Navon y Gopher (1979) propusieron que la atención se entendía mejor como un conjunto de **recursos múltiples** diferenciados. Los principios de este enfoque fueron aplicados por Wickens (1980) en el ámbito del factor humano: hay diferentes recursos atencionales para diferentes modalidades sensoriales. Este enfoque ha sido criticado por ser demasiado flexible.

Una distinción relevante disocia entre la perspectiva **space-based** y la otra **object-based**.

Perspectiva atencional centrada en el espacio (space-based): hace uso de la metáfora del foco de luz, pudiendo ser totalmente independiente de la dirección de la mirada. Cuando una señal indica la posición del posterior estímulo, alrededor de dicha posición se genera un gradiente espacial, de manera que los estímulos situados en esa zona se procesan más eficazmente que otros más alejados. Los experimentos correspondientes han manipulado dos tipos de señales:

- **Señal exógena**: un evento externo que dirige involuntariamente el foco atención del sujeto hacia dicha localización
- **Señal endógena**: un símbolo que debe ser previamente interpretado antes de que ocasione un cambio voluntario o intencional en la atención hacia la localización designada.

Las señales endógenas requieren más tiempo en iniciar el control atencional, pero sus efectos sobre el rendimiento son más sostenidos y no se desvanecen de inmediato.

La **Teoría de la Integración de Características** (Treisman y Gelade, 1980) es una variación de la metáfora del foco y explica los resultados de las tareas de búsqueda visual (detectar un *target* entre distractores): en una primera etapa preatencional las características definitorias de un estímulo son codificadas en paralelo en una especie de mapa de características (*targets* y distractores que se diferencian por una única característica, T roja entre varias Ts verdes). Pero tareas más complejas necesitan la participación de la atención focalizada que se dirige a una zona específica y permite la combinación de las características aisladas allí presentes en otros objetos (T roja entre Hs rojas y Ts verdes). El rendimiento en estas tareas se ve perjudicado conforme aumenta el número de distractores que deben ser ignorados según la atención se desplaza buscando el *target*.

Perspectiva atencional centrada en el objeto (object-based): fueron facilitados al observar que el procesamiento se dificultaba cuando la atención se dirigía hacia dos objetos diferentes bajo condiciones en las que los factores espaciales estaban totalmente equiparados. El modelo más conocido es el de Duncan y Humphreys (1989), según el cual en un primer estadio selectivo se genera una representación visual de la escena que es segmentada en unidades semejantes a objetos significativos (*object-like units*). Este estadio opera en paralelo a lo largo de todo el campo visual. En una fase posterior se produce una interacción competitiva entre *inputs* provenientes de estas unidades segmentadas que se dirigen selectivamente hacia la consciencia para facilitar la acción. Esta fase supone ponderar dichos *inputs* diferencialmente, dependiendo del grado de adecuación con la tarea que se está ejecutando.

Los estudios del **priming** también han proliferado durante estos últimos años. Un estímulo previo (**prime**) precede a otro al que el sujeto debe responder (**probe**). El **prime** puede ser idéntico al **probe** o diferir en algunos atributos. Se han analizado dos efectos de **priming**:

- **Priming positivo** o facilitación automática
- **Priming negativo**: ralentización de la respuesta en el ensayo-**probe** cuando el estímulo que tenía que ser ignorado en el ensayo-**prime** precedente es ahora el estímulo relevante al que se debe atender. Se considera este fenómeno atribuible a un mecanismo inhibitorio del ensayo-**prime** que perdura y afecta al rendimiento en el ensayo-**probe**.

Otra perspectiva muy popular es la de **selección para la acción** (Neumann, 1987; Allport, 1987) que propone que las limitaciones atencionales no deben atribuirse a la presencia de un mecanismo de capacidad limitada (Broadbent) o de recursos limitados (Kahneman). Estas limitaciones son debidas a la necesidad de coordinar la acción para asegurar que la información del estímulo controle la respuesta adecuada. Un modelo aplicado es el **EPIC (Executive-Process/Interactive Control, Meyers y Kieras, 1997)** que explica las limitaciones en términos de deficiencias estratégicas.

Durante este periodo también se ha dedicado un gran esfuerzo a aportar evidencia neuropsicológica sobre los mecanismos cerebrales de la atención a través de técnicas de registro cerebral: **potenciales evocados, tomografía por emisión de positrones y resonancia magnética funcional**. Las aportaciones conjuntas de la neuropsicología y la investigación conductual permiten avanzar de una manera mucho más significativa en el estudio científico de la atención.

Las dos áreas principales de aplicación son:

- **Ergonomía**: abarca desde el estudio de la interacción hombre-máquina a la mejora de las condiciones del puesto de trabajo
- **Neuropsicología clínica**: aplicación de modelos cognitivos y métodos experimentales para describir e investigar las funciones atencionales alteradas en pacientes con daño cerebral

2 EL ESTUDIO DE LA ATENCIÓN DESDE EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1 – Introducción

El **procesamiento de la información** tiene por objetivo analizar los diversos procesos cognitivos internos que median entre la presentación de un estímulo (*input*) y la emisión de una respuesta (*output*). Para ello, los investigadores han desarrollado técnicas que han permitido descubrir los mecanismos involucrados en la percepción, la clasificación y la emisión de respuesta ante la presencia de estímulos o eventos ambientales.

Las medidas conductuales más importantes son la **velocidad** de la respuesta y la **precisión** de la misma, además de **medidas fisiológicas** y técnicas de **neuroimagen**.

2 – La aproximación teórica del procesamiento de la información

El **procesamiento de la información (PI)** es un enfoque teórico que analiza los procesos cognitivos internos que median entre la percepción de un estímulo y la emisión de una respuesta. El modelo general de procesamiento es un **flujograma** con tres estadios básicos:

- a) **Perceptivo**: identificación del estímulo
- b) **Selección de respuesta**: o toma de decisiones (traslación estímulo-respuesta)
- c) **Programación y ejecución**

Estos estadios suceden uno tras otro de manera que el **output** de un estadio de procesamiento constituye el **input** del siguiente. Para explicar la ejecución de una tarea en su totalidad debe añadirse un **mecanismo atencional** (selección de fuentes de información) y un **sistema de memoria** (mantenimiento de la información relevante y almacenamiento del conocimiento para poder recuperarlo posteriormente).

1 – La teoría de la información

La idea fundamental del **PI** es considerar al humano no sólo como receptor de información sino también como **transmisor**, de manera que es posible contemplar una tasa de transferencia de la información y una eficiencia de la transmisión. Para poder examinar el tiempo que ocupa recibir y transmitir la información primero debemos cuantificarla.

¿Qué es la información?: la teoría de la información admite que existe información cuando existe cierta **incertidumbre** sobre lo que puede suceder, y la información reduce esa incertidumbre. La cantidad de información que transmite un estímulo dependerá del número de posibles estímulos que pueden aparecer en una situación dada.

Cuantificando la información: la cantidad de información presente en un estímulo se expresa habitualmente en **bits** (*binary digit*). Cuando los estímulos son igualmente probables el número de bits de cada uno es calculado como el logaritmo, en base 2, del número de alternativas del estímulo: es decir, **$\log_2(N)$** , donde N es el número de alternativas.

La Ley de Hick-Hyman: la eficiencia en tareas PI ha sido descrita como una tasa de transmisión de la información expresada en **bit/s** (bits por segundo). Esta tasa sirve para comparar la eficacia de diferentes tipos de codificación o la eficiencia exhibida por dos operadores diferentes. Una de las leyes generales del rendimiento humano es la **ley de Hick-Hyman** (1952/1953) que relaciona el rendimiento en una tarea con la información transmitida. Conforme a ella, el **tiempo de reacción** (TR) se relaciona linealmente con la cantidad de información transmitida. La pendiente de esa relación es más pronunciada cuando la relación entre estímulo y respuesta es arbitraria (6 – Juan) que cuando la respuesta es compatible con el estímulo (6 – seis)

3 – La energía del procesamiento: el *arousal*

El procesamiento requiere de un recurso o energía que permita la transmisión de información, y una de las maneras de entenderla ha sido como **arousal**: nivel general de activación de un organismo que determina, en un momento dado, su disposición para actuar. La relación entre **arousal** y **rendimiento** fue analizada por Yerkes y Dodson (1908), surgiendo así la **Ley de Yerkes-Dodson**. Esta ley propone una relación entre la activación y el rendimiento en forma de **U invertida** representando el pico superior de la U invertida el punto o meseta de máximo rendimiento correspondiente con niveles moderados de activación.

Equiparando esta propuesta con la selectividad atencional podemos concluir que un **alto nivel de arousal** favorece una alta selectividad permitiendo, por ejemplo, **focalizar la atención** en un *input* relevante e ignorar todo lo demás; por su parte, un **bajo nivel de arousal** disminuye la selectividad atencional y permite **distribuir la atención** entre múltiples fuentes de información.

1 – *Arousal* y rendimiento: variables moduladores

Mediante la **tarea de tiempo de reacción serial** (**SRTT – Serial Reaction Time Task**) se ha encontrado variables que (Parasuraman, 1984):

- Variables que afectan negativamente al nivel de **arousal** incrementan los errores de respuesta y el tiempo de reacción (ruido, sueño, alcohol, ...)
- Variables que se asocian con niveles altos de **arousal** mejoran el desempeño de los sujetos (incentivar el rendimiento, periodos tardíos del día)

El rendimiento en estas tareas se ha explorado también bajo diversas condiciones:

Ruido y pérdida de sueño (Wilkinson, 1963):

- La presencia de **ruido** disminuye el rendimiento en sujetos que han dormido adecuadamente y mejora el rendimiento en sujetos privados de sueño (compensa los bajos niveles de **arousal** elevándolos hacia la meseta de U invertida)
- Ofrecer incentivos al sujeto por un correcto desempeño en tareas SRTT contribuye a incrementar los efectos perjudiciales del ruido (ambos elevan el **arousal** hasta resultar excesivo)

Duración de una tarea (Broadbent, 1971): influye sobre el **arousal**. A mayor duración, mayor cansancio y por tanto disminución del nivel de **arousal**. Lo lógico sería que el ruido contrarreste ese efecto pero no siempre es así. Por ello Broadbent distingue dos tipos de **arousal**:

- **Arousal inferior:** equiparado con la noción de **arousal cortical**. Le afectan variables de estado (ruido, privación del sueño)
- **Arousal superior:** facilita las operaciones estratégicas controladas por el sujeto, encaminadas a corregir los niveles infraóptimos o supraóptimos del **arousal** inferior. Es semejante a un “**esfuerzo**” **cognitivo**.

La duración de una tarea afecta este segundo tipo, al **arousal superior** disminuyendo la capacidad del sujeto para compensar los niveles de **arousal inferior** excesivamente altos o bajos.

Anderson y Revelle (1982) ilustraron cómo algunas variables que afectan al nivel de **arousal** pueden exacerbar o minorar los efectos producidos por otras variables:

- Una alta **impulsividad** refleja bajos niveles de **arousal**
- La **cafeína** generalmente incrementa el nivel de **arousal**

Por tanto, administrar cafeína a sujetos con alta impulsividad (bajo **arousal**) mejora el rendimiento, mientras que sujetos poco impulsivos (niveles ya óptimos de **arousal**) empeoran en su rendimiento con el suministro de cafeína.

Impulsividad y arousal: el TDAH

La paradoja del bajo nivel de **arousal** en personas impulsivas se hace evidente en las personas con **TDAH (trastorno por déficit de atención con hiperactividad)**. Estas personas exhiben excesiva impulsividad, problemas para focalizar la atención e hiperactividad. Los niños afectados por este trastorno mejoran con la administración de sustancias estimulantes. Sus bajos niveles de **arousal** se elevan, de manera que focalizan mejor la atención, se vuelven más selectivos y menos distraídos.

La conducta distraída y la hiperactividad están vinculadas: excesiva distracción genera una actividad excesiva. Si reducimos el nivel de distracción disminuye la hiperactividad e impulsividad, aumentando así la capacidad para inhibir ciertas tendencias no deseadas a actuar de una determinada manera.

La falta de sueño también se asocia con niveles bajos de **arousal** pudiendo generar síntomas parecidos al TDAH. Un niño que ronca debido a una apnea cuyo origen puede hallarse en amígdalas de gran tamaño puede verse beneficiado en su cuadro de TDAH tras someterse a una extirpación de las amígdalas.

2 – Un modelo de procesamiento inspirado en sistemas energéticos

Sanders (1983, 1997) propuso un modelo ampliado de procesamiento de la información contemplando la participación de sistemas energéticos. Los diferentes estadios de PI disponen de relaciones particulares con mecanismos energéticos relacionados con el esfuerzo. A nivel estructural consta de:

- Primera etapa de procesamiento perceptivo:
 - Preprocesamiento del estímulo
 - Extracción de características
- Estadio de selección de respuesta
- Ejecución de respuesta (**ajuste motor**)

Lo más relevante es la incorporación de tres sistemas energéticos diferentes:

- **Arousal**
- **Activación**
- **Esfuerzo**

Un mecanismo de **evaluación** vigila continuamente los niveles de *arousal* y de activación y, a partir de ellos, puede incrementar el **esfuerzo**, lo que, a su vez, afectaría a dichos niveles de *arousal* y activación. También el **preprocesamiento** de un estímulo puede incrementar el nivel de *arousal* lo que, asimismo, afectaría el estadio posterior relacionado con la **extracción de características**. Por otro lado, el sistema de **esfuerzo** (procesamiento consciente) tiene influencia directa sobre la **eficacia** en la **selección de la respuesta**. Finalmente, el mecanismo de **activación** (estado de preparación o disposición para responder) influye sobre el **ajuste motor** o ejecución real de la respuesta.

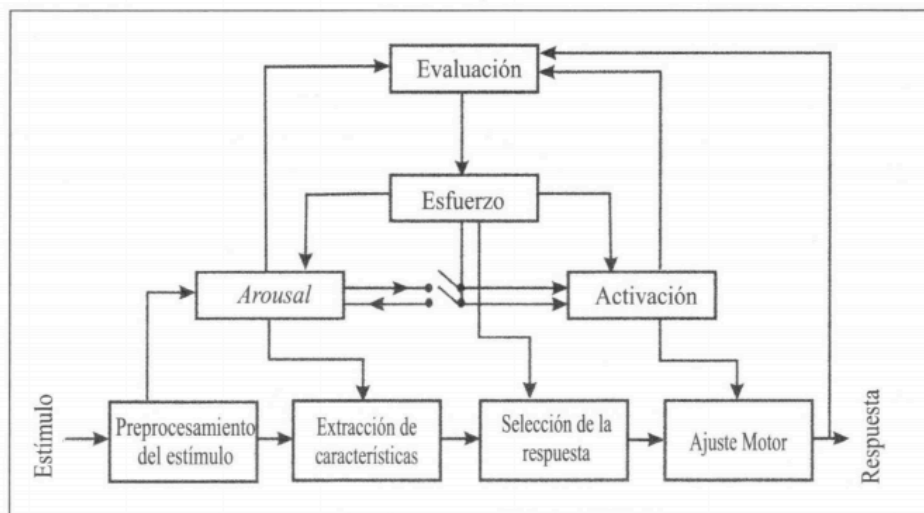


Figura 2.4. Modelo de Sanders de los sistemas energéticos y su relación con el procesamiento de la información humano.

4 – Medidas conductuales del procesamiento

Las medidas conductuales más frecuentemente empleadas son el tiempo de reacción y la precisión de la respuesta.

1 – Tiempo de reacción (TR)

El **TR** es el tiempo que transcurre desde la presentación de un estímulo hasta la emisión de la respuesta correspondiente. Es una de las medidas conductuales más empleadas en psicología experimental. Puede referirse a respuestas del tipo todo o nada, o al tiempo necesario para iniciar un movimiento o para ejercer una cantidad predefinida de fuerza.

La ejecución de la respuesta debe ser considerada como el resultado final de un proceso cognitivo que se inicia con la presentación de un estímulo o evento. Un factor que puede influir sobre el TR es la **predisposición de**

la persona a responder. Una alta disposición a responder puede disminuir el TR, pero a costa de repercutir negativamente sobre la precisión.

Otro aspecto a tener en cuenta es que el TR ante un estímulo no es constante, sino que varía de ensayo a ensayo. En la representación gráfica no se observa una curva normal simétrica, sino una distribución sesgada hacia la derecha. Esto se debe en parte a la naturaleza de la medida (el tiempo está limitado a la izquierda por el valor 0 pero no tiene límite por la derecha). Los TR extremos se cortan (tanto en exceso (fatiga) como por defecto (respuestas anticipatorias)).

2 – Precisión de respuesta

Se calcula la proporción o porcentaje de respuestas correctas, o bien la proporción o porcentaje de errores. La posibilidad de cometer un error depende del número de alternativas de respuesta: cuanto más alternativas de respuesta existan, más bajo será el porcentaje de respuestas correctas debidas al azar.

El equilibrio velocidad-precisión: La ventaja de recurrir a ambas medidas es que nos permiten determinar si se ha producido algún efecto en el llamado balance o equilibrio de velocidad-precisión (*speed-accuracy trade-off*). Generalmente, el TR y la precisión están inversamente relacionados.

Existe un equilibrio entre velocidad y la precisión si TR rápidos van acompañados de tasas de errores elevadas, y viceversa. Cuando esto sucede no es posible concluir si las diferencias obtenidas entre condiciones experimentales son debidas a las manipulaciones incorporadas por el experimentador en la tarea o, simplemente, a que el sujeto, en cada condición, ha adoptado un criterio o punto diferente en la función de equilibrio.

5 – Medidas psicofisiológicas: potenciales evocados

Actualmente se suele completar las medidas conductuales con medidas de los procesos fisiológicos. Habitualmente se registran fluctuaciones de diferencia de potencial en el cerebro. Por ejemplo, la electroencefalografía (EEG), aunque no es una técnica muy informativa respecto a qué procesos están actuando. Para delimitar con mayor precisión el rango de actividad cerebral en un momento concreto, se suelen calcular los **potenciales evocados (ERP, *event related potential*)**.

Un ERP se calcula promediando numerosos ensayos de EEG a partir de un evento concreto (estímulo). Al promediar entre sí los ensayos se elimina el ruido aleatorio y cualquier otra actividad eléctrica que no guarde relación temporal con el procesamiento del estímulo. La onda promedia obtenida es el **ERP** y refleja de forma exclusiva la actividad neuronal resultante del procesamiento del estímulo presentado. Las posiciones de los electrodos sobre el cuerpo cabelludo se referencian según las áreas cerebrales.

Componentes del ERP: Una ventaja de los ERP es que permiten evaluar de forma precisa el transcurso temporal de los mecanismos atencionales. Tanto la amplitud como la latencia de los diversos componentes del ERP pueden asociarse a eventos cognitivos específicos. Estos componentes se designan por las letras N o P según si el voltaje es negativo o positivo, seguido del número que indica el orden serial de ese componente (N1 es el primer componente negativo).

Durante la ejecución de tareas visuales se observan diversos componentes característicos: NP80, P1, N1, P2, N2 y P3:

- Los componentes más tempranos (**NP80, P1 y N1**) reflejan principalmente un **procesamiento abajo-arriba**, dirigido por el estímulo.
 - o NP80: depende de la posición de presentación del estímulo visual, suele registrarse en la corteza visual estriada, área encargada del procesamiento visual temprano.
 - o P1: sensible a la lateralidad, siendo de mayor magnitud en el hemisferio contralateral a la presentación
 - o N1: parece estar vinculado a operaciones que discriminan la información relevante de la irrelevante. Exhibe mayor amplitud para los estímulos atendidos que para los ignorados, sugiriendo que actúa amplificando el procesamiento visual temprano.
- Uno de los componentes más estudiados es **P3**, tercer componente positivo. Se registra su máxima amplitud en el electrodo Cz (área central) y obtiene su pico entre 330 y 600 ms después de la presentación. Supuestamente refleja la **evaluación o categorización cognitiva** del estímulo y su pico máximo coincide con el momento final de dicha evaluación. Es sensible a la actividad cognitiva relacionada con la emisión de la respuesta, de manera que sólo los estímulos *target* que requieren una respuesta provocan un P3.

La relación del componente P3 con el *target* relevante se observa durante la utilización del **paradigma oddball** (paradigma de la rareza): presentar un estímulo estándar (visual o auditivo) que se repite de forma reiterada. Ocasionalmente, aparece un estímulo diferente (*oddball*) y el sujeto debe detectarlo. Aquellos ensayos en los que aparece el *oddball* se observa claramente la emergencia de un componente P3, cuya amplitud parece reflejar procesos involucrados en la actualización de la memoria.

El **paradigma oddball** se ha empleado también para examinar cómo afecta cambiar las propiedades acústicas de un estímulo auditivo que debe ignorarse. La diferencia entre los ERP del tono estándar frente al tono *oddball* suelen ser mayor en las áreas frontocentrales del cerebro y recibe el nombre de **potencial de disparidad (mismatch negativity)**. Parece ser el resultado de un proceso preatencional que registra la “disparidad o desajuste” existente entre el nuevo *input* sensorial (*oddball*) y la representación en la memoria sensorial auditiva del estímulo estándar.

6 – Técnicas de neuroimagen

Para obtener información sobre las áreas cerebrales involucradas en una actividad o tarea se recurre a las técnicas de neuroimagen. Se utilizan ampliamente la **tomografía por emisión de positrones (PET)** y la **resonancia magnética funcional (RMf)**. En ambas, las personas realizan una tarea dentro del escáner. La actividad cerebral registrada durante la tarea se sustrae de la actividad basal para aislar la actividad que es propia del proceso de interés.

PET: requiere un marcador radioactivo que se desplaza por el flujo sanguíneo cerebral regional (**rCBF, regional Cerebral Blood Flow**) y permite medir el metabolismo del cerebro. Aquellas áreas que muestran un incremento en el rCBF están involucradas en la ejecución de la tarea cognitiva. La PET es muy sensible a diferencias metodológicas entre tareas y es limitada en resolución espacial.

RMf: se basa en las características magnéticas de los niveles de oxígeno en sangre obtenidos en la **respuesta BOLD (Blood oxygen level-dependent)**. Las regiones activas requieren mayor cantidad de oxígeno, y este incremento se registra en la RMf. A diferencia de la **PET** no es una técnica invasiva y tiene una elevada

resolución espacial. Es incluso posible estudiar respuestas BOLD ante eventos únicos mediante la **RMf ligada a eventos (*event-related fMRI*)**.

Magnetoencefalografía (MEG): se fundamenta en las características del campo magnético generado por las corrientes dendríticas. Su resolución temporal es relativamente detallada y precisa, pero no lo es su resolución espacial.

Estimulación magnética transcraneal (TMS): conlleva la emisión de breves pulsos electromagnéticos mediante una bobina eléctrica que, aplicada en una zona determinada del cráneo, interfieren con el tejido neuronal subyacente:

- Una TMS de baja frecuencia (< 1 Hz) ocasiona una lesión virtual, afectando negativamente a la ejecución de la tarea
- Una TMS de alta frecuencia (> 5 Hz) podría incrementar la actividad neuronal, mejorando de esta manera el rendimiento en la tarea concreta

Las técnicas de neuroimagen se aplican para estudiar, con cierto detalle y con una resolución moderadamente alta, las características funcionales del cerebro humano sano. Aunque su resolución temporal no es muy elevada, evolucionan hacia una mayor precisión conforme aumenta su sofisticación. Gracias a estas técnicas, los conocimientos sobre los sustratos cerebrales de la atención se han incrementado sensiblemente en las últimas décadas.

3 ATENCIÓN SELECTIVA VISUAL

1 – Introducción

William James (1890/1950) entendía la **concentración** y la **focalización** como propiedades esenciales de la **atención**. Pero, aunque nos parezca evidente que la **atención selectiva** es necesaria, determinar el lugar, el momento o los objetos sobre los que se aplica dicha selección sigue siendo un tema controvertido.

2 – Funciones de la atención selectiva

Las tres principales aproximaciones que quieren responder a la misión de la atención selectiva son las siguientes:

1 – Selección para la percepción

Se puede entender la **atención** como mecanismo necesario para **percibir el mundo**. Debido a la capacidad limitada de procesamiento de nuestro sistema perceptivo, la atención debe restringir el acceso del *input* estimular, evitando así la sobrecarga.

A la vez es responsable de combinar las características aisladas que definen los objetos para evitar el **problema de la integración**. La atención sirve para seleccionar una zona o región limitada del espacio, lo cual permite **combinar las características** allí ubicadas en objetos que resulten significativos para nosotros.

2 – Selección para la consciencia

Aunque un objeto no atendido se puede proyectar en nuestra retina e incluso ser procesado hasta un nivel de identificación, la atención sirve para registrar los resultados de ese procesamiento de forma consciente. Es decir, nos sirve para **hacernos conscientes de la presencia de objetos o eventos**.

3 – Selección para la acción

Para algunos autores, más que limitar el acceso de la información a un sistema de capacidad limitada, la selección atencional pretende restringir las posibles acciones que debemos emitir en respuesta al medio. No es por tanto no el límite en el procesamiento perceptivo, sino la necesidad de controlar nuestras acciones lo que hace necesario este sistema. La atención se necesita para **seleccionar la acción adecuada**.

3 – El lugar de la selección: el debate temprano-tardío

¿Hasta qué nivel deben procesarse los estímulos antes de que se seleccione una parte de ellos en detrimento de otros? El procesamiento de la información se inicia extrayendo las características visuales básicas, lo que se denomina **información precategorial**. En este nivel el significado del estímulo no se ha procesado todavía. Posteriormente, un procesamiento de más alto nivel llamado **procesamiento semántico** o **procesamiento postcategorial** permite interpretar los estímulos.

1 – La propuesta de selección temprana (*early-selection view*)

El modelo del filtro de Donald Broadbent (1958): ve el procesamiento de la información de forma análoga a un canal de transmisión de información con capacidad limitada. Broadbent quiso especificar el punto exacto a partir del cual el procesamiento de la información queda limitado (**cuello de botella** o *bottleneck*), obligando a atender selectivamente una información en detrimento de otra. Sus experimentos de escucha dicótica le llevaron a proponer que *la atención operaba seleccionando la información en un nivel precategórico, temprano, recurriendo a propiedades físicas básicas*. Su teoría es conocida como la **teoría del filtro**, cuya misión consiste en seleccionar la información relevante a partir de ciertas características básicas y bloquear el resto.

Según este modelo, toda la información procedente de los sentidos accede inicialmente a un almacén a corto plazo, donde el filtro selecciona que información puede acceder al canal de capacidad limitada. Ahí la información es identificada, y el resultado se envía al sistema de emisión de respuestas y se utiliza para actualizar las expectativas. La **teoría del filtro** de Broadbent es por tanto una *teoría de selección temprana: la atención selecciona la información en estadios relativamente tempranos del procesamiento, antes de identificarla y otorgarle un significado*.

El filtro atenuado de Anne Treisman (1960): en lugar de un filtro rígido, el mecanismo se limita a *reducir o atenuar la intensidad de los estímulos atendidos*. En condiciones normales, esta información atenuada se ignora y no accede a nuestra consciencia, salvo que sea familiar. En este último caso superaría el umbral para ser identificada conscientemente (escuchar el propio nombre).

2 – La propuesta de selección tardía (*late-selection view*)

Deutsch y Deutsch (1963) y Norman (1968) defendieron que no existía límite alguno durante el procesamiento de la información hasta el mismo nivel categorial: *la selección ocurre en fases posteriores una vez que los estímulos ya han sido identificados*. La atención no es necesaria para identificar los ítems, sino que se necesita en una fase posterior para crear una representación duradera de los mismos y seleccionar la respuesta adecuada. Este tipo de teorías consideran que toda la información es procesada a un **nivel semántico** y posteriormente se selecciona la relevante.

3 – El debate: ¿es la selección temprana o tardía?

- Evidencia favorable a la selección temprana

Pashler (1984): Es necesaria la señal que indica cuál es la información relevante antes de que ésta sea identificada posteriormente.

Yantis y Johnson (1990): La señal dirige la atención hacia una región del espacio con objeto de seleccionar el estímulo allí presente para, posteriormente, identificarlo.

- Evidencia favorable a la selección tardía

Toda la información expuesta en el campo visual puede ser procesada en paralelo, sin necesidad de recurrir al mecanismo atencional. La atención selectiva opera en una fase más tardía, cuando fuera preciso seleccionar la respuesta a emitir.

Shiffrin & co (1996) vieron en un experimento similar al de Yantis y Johnson que la identificación de los estímulos fue anterior a la actuación del mecanismo selectivo ejercido por la señal.

- **Soluciones híbridas: la carga perceptiva**

Explicaciones alternativas sugieren que la selección depende de la **carga perceptiva** (Lavie y Tsal, 1994): cuando la carga es alta, la selección atencional puede actuar en momentos tempranos con objeto de que sólo los ítems relevantes sean plenamente identificados. Por el contrario, cuando la carga es baja, la selección tardía sería más adecuada, pues permite un procesamiento sin restricciones hasta el punto de identificar todos los ítems de una presentación visual para, posteriormente, seleccionar aquellos de interés y hacerlos accesibles a la consciencia.

La selección temprana o tardía se debe, por tanto y hasta cierto punto, al procesamiento perceptivo exigido al sujeto. Diversos estudios con potenciales evocados (ERP) apoyan esta hipótesis: una alta carga perceptiva parece inducir una eficiente selección temprana, favoreciendo el procesamiento visual.

4 – La metáfora del foco atencional

La metáfora más popular sobre la atención visual es la que la asemeja a un foco de luz que ilumina la información seleccionada y deja en penumbra la información no seleccionada.

1 – Ajustando el tamaño del foco atencional: la lente-zoom

El foco atencional puede ajustarse para iluminar pequeñas regiones del espacio, así como zonas más amplias. LaBerge (1983) demostró eso en un experimento comparando el foco estrecho y el foco amplio:

- Foco estrecho: los sujetos deben identificar la letra central de la palabra (5 letras)
- Foco amplio: los sujetos deben indicar si se trata, o no, de un nombre propio

Entremezclados con las palabras aparecía ocasionalmente una fila de cuatro signos # con una letra o dígito objetivo (###7#). Los sujetos del foco estrecho tardaban más en identificar el *target* conforme se situaba más al extremo, mientras que en los sujetos del foco amplio la posición del *target* era irrelevante.

Otra forma de manipular el tamaño del foco atencional se consigue señalizando diversas posiciones en presentaciones estímulares circulares. A mayor número de posiciones marcadas, mayor será la amplitud del foco.

En el experimento de Eriksen y St. James (1986) se muestra ese efecto. Los sujetos deben indicar si en alguna de las posiciones indicadas (1, 2 o 3 posiciones señaladas, modificando así el foco atencional) se encontraba el *target*. Cuanto mayor era la amplitud del foco, peor se realizaba la tarea. Los autores concluyeron que focalizar la atención era semejante a ajustar una especie de “**lente-zoom**”.

2 – Desplazando el foco atencional

Tsal (1983) concluyó con sus hallazgos sobre desplazamiento de la atención que este desplazamiento espacial se realiza a una velocidad constante. Sin embargo, esta suposición ha sido puesto en entredicho por dos motivos:

1. Los resultados pueden explicarse de manera alternativa recurriendo a la mayor dificultad de procesar la información en la periferia visual (Eriksen y Murphy, 1987)
2. Una señal central en forma de flecha hace que la atención recorre a la misma velocidad 2º de ángulo visual que 10º (Remington y Pierce, 1984)

El tiempo que ocupa desplazar la atención parece ser independiente de la distancia recorrida, y parece más oportuno considerar su desplazamiento como una especie de “salto”.

3 – Foco atencional y naturaleza de las regiones espaciales

Recurrir a la metáfora del foco y admitir que todo lo que es “iluminado” es atendido puede no ser del todo correcto. Los autores Cepeda, Cave, Bichot y Kim (1998) utilizaron en sus estudios el **paradigma de detección de puntos (*dot-probe paradigm*)**:

- Tarea primaria: nombrar un dígito (*target*) de los 4 dispuestos en círculo (3 distractores, 1 *target*), demorando su respuesta 1400 ms tras la desaparición de los dígitos.
- Durante el intervalo de demora podía aparecer un punto en:
 - o alguna de las cuatro posiciones ocupadas previamente por los dígitos
 - o alguna de las cuatro posiciones intermedias vacías
- En caso de aparecer el punto el sujeto debe presionar lo más rápidamente posible un botón

La lógica sería que la detección del punto sería más rápida cuando la atención se haya dirigido con anterioridad a la zona en que aparece. Sin embargo se observaron los siguientes resultados:

- Los tiempos más rápidos se obtuvieron cuando el punto aparecía en la zona del *target*
- Los tiempos más lentos cuando aparecía en la posición de cualquier otro dígito distractor
- Las posiciones intermedias vacías entre distractores generaban TRs más rápidos que las posiciones de los distractores
- Las respuestas en posiciones vacías adyacentes al *target* fueron más rápidas que las posiciones vacías alejadas del *target*

Por tanto, la atención opera de manera diferente sobre objetos que deben ser **activamente atendidos**, o **activamente ignorados**, que sobre **espacios vacíos**.

Conclusiones sobre el foco atencional: la atención se desplaza de ítem en ítem; pero estos “ítems” pueden ser elementos aislados o grupos perceptivos.

5 – La metáfora del gradiente atencional

LaBerge y Brown (1989) consideran más adecuado entender la atención como un gradiente de recursos que se distribuye a lo largo de una región del espacio. Este gradiente variará en tamaño, de tal manera que los recursos atencionales son más abundantes en el centro y disminuyen hacia la periferia. Esta concepción explica más adecuadamente cómo afecta el hecho de haber atendido a localizaciones previas.

En los trabajos realizados se concluye que la asignación de recursos atencionales en un momento y lugar puntual puede reflejar el **historial** de las asignaciones precedentes a lo largo de un corto periodo de tiempo (Breitmeyer et al, 1999).

6 – El control atencional del córtex frontal

Seleccionar una zona concreta del espacio genera a la vez una “zona oscura” que es inhibida activamente. Pruebas realizadas con PET proponen que el **córtex frontal** es el responsable de ese mecanismo inhibitorio. La presentación de un estímulo en un lado del campo visual conlleva una actividad cerebral más elevada en la región frontal ipsilateral a la presentación, y como se sabe que cada hemisferio visual se procesa en el lóbulo occipital contralateral, estos resultados sugieren que el córtex frontal inhibe activamente el procesamiento del hemisferio visual contralateral (no atendido).

7 – Orientación abierta y encubierta

Aunque lo habitual en la vida diaria es que la atención y la mirada caminen juntas, no tiene porqué ser así siempre. Distinguimos entre:

- **Orientación abierta:** los órganos sensoriales (ojos) se dirigen hacia lo que es atendido con objeto de facilitar la selección de la información y su procesamiento
- **Orientación encubierta:** el foco atencional se dirige hacia una localización distinta que la ocupada por nuestra mirada

A nivel oculomotor podemos distinguir entre:

- **Movimientos reflejos** dependientes del colículo superior que son rápidos y se activan automáticamente ante la repentina aparición de un estímulo
- **Movimientos controlados** lentos y en cuyo control voluntario está implicado el lóbulo frontal

Los cambios atencionales encubiertos no dependen del tipo de información registrado por nuestros sentidos, pero sí influyen sobre el resultado del procesamiento perceptivo, ya que, a pesar de no desplazar el órgano sensorial, sí se dirige el foco atencional hacia una localización específica.

Analizando los diversos componentes de ERP se ha demostrado que la **orientación encubierta** actúa durante el **procesamiento visual temprano**.

8 – Orientación exógena y endógena

- A la **orientación refleja** se le denomina también **orientación exógena**: los desplazamientos atencionales se producen por influencia de estímulos ambientales externos (**stimulus driven**)
- A la **orientación controlada** se le denomina también **orientación endógena**: los desplazamientos atencionales dependen de factores cognitivos internos del observador (**goal driven**)

Tipos de señales: exógenas (periféricas) y endógenas (centrales)

- **Señales periféricas o exógenas:** aparecen súbitamente en la periferia del campo visual. Los efectos sobre la captura de atención son muy poderosos: la simple aparición de una señal exógena influye sobre la respuesta emitida ante un estímulo presentado con posterioridad en la localización marcada por dicha señal. El efecto de señalización exógeno requiere que la señal no disponga de un significado que pueda ser interpretado.

- **Señales centrales o endógenas:** suelen aparecer en el centro de la presentación estimular hacia donde se requiere mantener fija la mirada. Estas señales son informativas y precisan ser interpretadas cognitivamente por el observador.

Costes y beneficios de señales inválidas y válidas

En el procedimiento de costes-beneficios o **paradigma de Posner** se presenta una señal en cada ensayo que indica el lugar previsible de aparición de un *target*. Sin embargo hay ensayos **válidos** (la señal predice adecuadamente el *target*) y ensayos **inválidos** (la señal ofrece información engañosa sobre la localización). La evidencia que demuestra el efecto de señales periféricas válidas sobre el rendimiento es abrumadora:

- El rendimiento óptimo se obtiene cuando el SOA (asincronía señal-*target*) es de tan solo unos 100 ms
- El beneficio se transforma en coste cuando el SOA es superior a los 300 ms. Esta inversión del beneficio de la señalización se denomina **inhibición de retorno**

Señales y procesamiento visual temprano

Trabajos de ERP han demostrado que el efecto de las señales exógenas y endógenas se produce en los estadios tempranos del procesamiento estimular, aunque la máxima eficacia de cada una de ellas depende del intervalo señal-*target* (incremento del componente P1 asociado al procesamiento temprano en señales periféricas válidas).

La influencia de la consigna experimental

Varios trabajos han demostrado que los efectos automáticos de la señalización exógena desaparecen cuando los sujetos deben atender a una zona concreta del campo visual y la señal aparece fuera de esta área atendida. Estos hallazgos muestran que el control exógeno (abajo-arriba) ejercido por una señal periférica puede ser modulado por un control endógeno (arriba-abajo).

9 – Atención orientada al espacio vs atención orientada al objeto

Es importante conocer si la selección atencional puede basarse en factores distintos a la simple localización espacial. Numerosos teóricos sostienen que la selección se realiza a través de una representación del espacio visual, pero algunos mantienen que las mismas características y propiedades del estímulo pueden utilizarse como fundamento para la selección.

1 – ¿Es el espacio “especial”? (*space-based*)

Posner et al (1980) fue de los primeros en estudiar los efectos de señalar el espacio o el objeto. La tarea consistía en indicar la presencia de una letra concreta (*target*) y su localización. Una señal previa indicaba o bien la identidad o la localización, o ambas o ningún factor (80% validez). Tras 800-1200 ms desde la desaparición de la señal aparecía el *target*.

Estos investigadores sólo descubrieron efectos de la señalización sobre la localización espacial y los hallazgos por tanto favorecían la hipótesis de que la atención selectiva se dirige más eficazmente hacia el **espacio** que hacia la forma o la identidad de un objeto.

La selección de características no espaciales mediada por el espacio.

Ciertos estudios han demostrado que puede darse una selección correcta basada en características diferentes a la localización espacial (color, forma). Sin embargo, pudiera darse el caso de que dirigir la atención hacia el color o la forma estuviera mediado por el espacio (señal que indica atender letras rojas, la atención se dirige a las posiciones que contienen letras rojas, en lugar de dirigirse al color rojo). En un estudio con letras de diferentes colores, la mitad de ellas superpuestas con en una forma también coloreada, se observó que atender a la zona ocupada por un objeto de un color relevante no facilitó la identificación de otros objetos del mismo color (letras), sino sólo de aquellos objetos que coincidían con la posición del objeto atendido (forma).

En la misma línea, estudios con EPR han mostrado que prestar atención a un objeto dispuesto en una posición tiene efectos sobre el procesamiento posterior de otro objeto dispuesto en la misma localización (incremento del componente P1 cuando el *probe* aparece en la posición del *target* respecto a cuando lo hace en la posición de un distractor).

Conclusiones: la posición espacial desempeña un pape “especial” durante la selección de la información visual. Aunque puede ser útil (y posible) mantener una disposición atencional hacia el color o la forma de los objetos, el reconocimiento de los mismos parece necesitar información respecto a su localización en el espacio.

2 – Dirigiendo la atención hacia los objetos (*object-based*)

Otros modelos proponen que la atención selecciona primariamente objetos en lugar de regiones espaciales. Estos modelos consideran que la atención se desplaza por regiones del espacio que están ocupadas por objetos.

Duncan (1984) con una tarea de identificación de color y forma en dibujos superpuestos observó que era más fácil juzgar las dos dimensiones de un solo objeto que de los dos (espacio compartido), lo cual parece indicar que el objeto es el destino primario de la atención.

Atención hacia el objeto durante el procesamiento visual temprano.

Los defensores de estos modelos admiten que la atención puede operar directamente incluso sobre formas de objetos generados en **momentos tempranos** del procesamiento visual.

En estas fases tempranas el campo visual se segmenta preatencionalmente conforme a los **principios de agrupamiento de la Gestalt** (proximidad, semejanza o movimiento). Si el destino primario de la atención es el objeto, entonces la atención debe operar no sólo sobre el objeto final visualizado (percibido), sino también sobre las formas o agrupamientos perceptivos generados en la fase preatencional, durante el procesamiento visual temprano.

En el trabajo de Moore, Yantis y Vaughan (1998) la tarea consistía en detectar e identificar el *target* que aparece en uno de los extremos de 2 rectángulos paralelos. Estos rectángulos pueden aparecer tal cual o atravesados por un tercer rectángulo horizontal (condición ocluida, la cual se puede percibir como un rectángulo horizontal y 4 cuadriláteros que flanquean al rectángulo horizontal). Previo al *target* aparecía una señal en uno de los extremos, indicando en un 80% la posición correcta:

- Los TR más rápidos se obtuvieron cuando el *target* aparecía en el extremo señalado por la luz: **señal válida**
- Los TR intermedios correspondieron a cuando el *target* apareció en el extremo opuesto del rectángulo señalado (mismo objeto): **señal inválida – mismo objeto**
- Los TR más lentos cuando el *target* apareció en el otro rectángulo (objeto diferente): **señal inválida – objeto distinto**

Lo interesante es que los resultados fueron los mismos, tanto en la condición ocluida como en la no ocluida, lo cual favorece la hipótesis de que la selección de la información opera sobre una representación del objeto que emerge en momentos tempranos del procesamiento visual cuando se aplica el completado perceptivo.

Grupos perceptivos y conjunciones ilusorias.

Aplicando los principios de agrupamiento de la Gestalt, Prinzmetal (1981) generó grupos perceptivos recurriendo a la proximidad (fila de cuatro círculos). En cada ensayo se exponían brevemente dos grupos (filas) y los sujetos debían indicar si en cualquiera de los ocho círculos aparecía una cruz (*target*). El razonamiento fue que si la atención se dirige a los objetos, la aparición de conjunciones ilusorias en los ensayos carentes de *target* (una línea vertical y otra horizontal pero en distintos círculos generan una ilusión de cruz) será mucho más probable cuando ambos segmentos formen parte del mismo grupo que cuando estén en distintos grupos. Efectivamente, los resultados confirmaron que las personas procesan todas las características de un mismo grupo perceptivo u objeto a la vez.

Conclusión: ¿espacio u objeto?

Tanto el espacio como los objetos pueden ser el destino de la atención, de forma flexible, dependiendo de las demandas de la tarea. Los hallazgos demuestran cómo la selección orientada hacia el objeto puede estar modulada por características espaciales, apoyando la idea integradora.

10 – Búsqueda visual

Las tareas de búsqueda visual en el laboratorio consisten en localizar un *target* entre un grupo de distractores. La búsqueda es sencilla cuando el *target* se define por una característica única, y es más complicada cuando esté definido por una **conjunción** de dos o más características. El rendimiento en estas tareas se evalúa mediante dos VVDD: **velocidad** de la respuesta y **precisión**. Dos resultados son característicos en estas tareas:

1. El tiempo de búsqueda de un *target* se incrementa conforme lo hace el número de ítems de la presentación (tamaño de la presentación o **tamaño del conjunto, set-size**), pero sólo en el caso de búsqueda de un *target* definido por **conjunciones**
2. En el caso de conjunciones, los tiempos de búsqueda son mayores cuando **no** aparece *target* en la presentación que cuando sí aparece.

El modelo de búsqueda serial autoterminada.

Que el tiempo de búsqueda de conjunciones depende del número de ítems presentados sugiere que el proceso de búsqueda es **serial**.

El segundo resultado sugiere que los sujetos detienen la búsqueda cuando el *target* es localizado, mientras que en caso de no estar presente tienen que explorar todo el conjunto. Por eso, el **modelo de búsqueda serial**

autoterminada permite, al examinar la función de búsqueda, estimar el promedio de tiempo que ocupa explorar cada uno de los ítems de la presentación.

Búsqueda serial vs en paralelo.

Cuando el *target* se define por una característica distintiva única parece ser que la búsqueda es en **paralelo**. Esta disociación entre búsqueda serial y en paralelo fue uno de los fundamentos que inspiraron a las teorías clásicas de búsqueda visual.

Sin embargo, los teóricos actuales no otorgan tanta relevancia a esa dicotomía llegando incluso a rechazarla. Es mejor entender la búsqueda como un mecanismo con diverso grado de **eficiencia**:

- Una búsqueda altamente eficiente genera funciones con pendiente de búsqueda 0: el tiempo necesario no depende del número de ítems presentados
- Una búsqueda ineficiente conlleva una pendiente de la función de búsqueda más pronunciada

1 – La teoría de la integración de características (TIC)

Los modelos de búsqueda visual y atención selectiva conceden un importante papel al procesamiento de las características que definen los objetos.

Fundamentos y operativa de la TIC.

La **teoría de la integración de las características** (Treisman y Gelade, 1980) sostiene que el procesamiento se realiza en dos fases:

- Las **características elementales** (color, orientación, frecuencia, ...) se detectan en una primera fase **preatencional** de forma **automática** y en **paralelo**.
- En una fase de procesamiento **posterior** emergen los **objetos significativos** que percibimos. Precisamente en ese proceso combinatorio, de aglutinado o “pegado” de características entre sí, se requiere de la **atención** que opera según criterios de localización espacial (**space-based**)

La selección de las características mediante la atención recurre al **mapa maestro de posiciones** que contiene todas las ubicaciones espaciales en las que se han detectado las diversas características. Cada posición se ha generado a partir de **mapas previos de características** (fase previa de procesamiento, en paralelo). Al focalizar la atención en una ubicación del mapa de posiciones se activan todas las características presentes en dicha posición atendida y se fusionan entre sí generando el **archivo del objeto**. Éste se corresponde a una representación temporal del objeto percibido que se compara con otras representaciones almacenadas en nuestra memoria, llamadas **marcos del objeto**. Así, la identificación o reconocimiento tiene lugar al producirse una **correspondencia** entre el archivo del objeto y alguno de los marcos del objeto dispuestos en memoria.

Fallos de la atención y presencia de conjunciones ilusorias.

Treisman y Gelade (1980) atribuyeron un papel central a la atención en la TIC, responsabilizándola de la fusión de características. Por ello, cuando la atención está ocupada en otra tarea secundaria, la integración correcta de características se dificulta, pudiendo emerger **conjunciones ilusorias**, por ejemplo entre letra y color, en la tarea de búsqueda principal.

La naturaleza de las características.

Según Treisman y Gelade (1980) las **características básicas** deben satisfacer algunos **criterios**:

1. Deben disponer de **saliencia** visual o capacidad para atraer la atención (***attentional pop out***)
2. Deben permitir la **segregación de texturas**: definir los límites de un objeto a partir las texturas que lo constituyen
3. Deben tener la posibilidad de **recombinarse** entre sí

Por ejemplo, el color y la orientación cumplen con estos criterios.

Además de para aglutinar diferentes características, probablemente la atención puede ser requerida también para combinar valores distintos de una misma característica o dimensión. Esto es útil para salvar algunas dificultades existentes relacionadas con el número limitado de mapas de características de una dimensión.

Revisiones posteriores de la TIC.

La versión original es la propuesta por Treisman y Gelade (1980) y considera que las características de un objeto (el *qué*) se representaba con independencia de su ubicación espacial (el *dónde*). Sin embargo, algunos hallazgos obligaron a Treisman (1998) a reformular la TIC, admitiendo que la disociación entre características y ubicación era más difusa.

Para explicar que, en ocasiones, la búsqueda de conjunciones puede llegar a ser muy eficiente, Treisman y Sato (1990) propusieron que, además de aglutinar, la atención podría afectar a la actividad del mapa maestro de posiciones a través del mapa de características. La atención podría inhibir las características irrelevantes para la búsqueda, inhibiendo a su vez las localizaciones del mapa maestro de posiciones que las contengan. Eso explicaría por qué la dificultad se incrementa con la semejanza del *target* con los distractores, y se facilita cuando los distractores son semejantes entre sí. La inhibición o activación de los mapas de características puede afectar a la eficacia de la búsqueda, siempre que el *target* o los distractores activen un conjunto de características propio y exclusivo.

En 1998, Anne Treisman añadió en su reformulación de la TIC que la atención podía operar permitiendo que el propio archivo del objeto influyera sobre el mapa maestro de posiciones. Las regiones del mapa maestro de posiciones inconsistentes con el objeto representado serían inhibidas, tratándose de una influencia de naturaleza **arriba-abajo**. Esto podría explicar el fenómeno de constancia del objeto.

4 ATENCIÓN AUDITIVA Y CROSSMODAL

1 – Introducción

Los primeros trabajos experimentales sobre atención utilizaron, mayoritariamente, estímulos auditivos.

Hoy en día, el interés de los investigadores se dirige a conocer cómo se integra la información procedente de las diversas modalidades sensoriales, y a saber si existe una especie de controlador atencional central de naturaleza supramodal.

La audición difiere de la visión en diversos aspectos como, por ejemplo, la resolución espacial del procesamiento. En la audición los estímulos sonoros del ambiente se combinan antes de que se inicie su procesamiento sensorial, lo cual limita el tipo de investigación que se puede realizar. Es imposible procesar más allá de unos pocos estímulos auditivos a la vez. Pero, se pueden presentar con relativa facilidad diferentes estímulos en ambos oídos, hecho que permite estudiar la capacidad de las personas para combinar información o, por el contrario, mantener separadas las diversas fuentes sonoras.

2 – Atención selectiva auditiva

El **análisis o segregación del continuo auditivo (*streaming segregation*)** es la capacidad de segregar los sonidos complejos en componentes más simples, y nos permite diferenciar una fuente de información sonora de otras, así como poder entender un mensaje auditivo o detectar un *target* auditivo.

Esta segregación del continuo es un tema de gran interés, que se estudia por ejemplo en el efecto **cocktail party**: estamos en una conversación con alguien y de repente escuchamos nuestro nombre en otra conversación, lo que nos lleva a intentar atender encubiertamente qué se dice de nosotros.

Seguir dos conversaciones simultáneas es un ejemplo de **atención dividida**, mientras que seguir una conversación mientras ignoramos la otra es un caso de **atención selectiva**.

1 – Escucha dicótica: el sombreado

Por **paradigma de escucha dicótica** se entiende la presentación de dos fuentes diferentes de información auditiva por separada en cada uno de los oídos del sujeto. Se desarrolló en los años cincuenta del siglo pasado. La localización de los mensajes dicóticos es mucho más marcada y de una naturaleza distinta a la escucha habitual.

Colin Cherry (1953) fue el primer investigador en aplicar este procedimiento. Pidió a los sujetos que **sombrearan** (repetir rápidamente y sin demora) uno de los mensajes e ignorasen el otro. Al finalizar se preguntaba a los sujetos sobre el mensaje ignorado, y no eran capaces de informar del contenido del mismo. Mediante distintas manipulaciones del mensaje no atendido se estudió qué **tipo de información ignorada** se podía captar. Vieron que determinadas **propiedades físicas** del mensaje ignorado eran detectadas; pero aspectos más elaborados como el lenguaje, las palabras individuales o el contenido semántico pasaban desapercibidas. Estos resultados favorecían las propuestas de la **selección temprana**.

Neville Moray (1959), tratando de comprobar los datos de Cherry obtuvo dos resultados:

1. Presentando 35 veces la misma lista de palabras en el oído no atendido, la probabilidad de recordar alguna de estas palabras fue tan baja como recordar palabras nunca presentadas
2. Si el mensaje presentado en el oído no atendido era el mismo que el del oído atendido, los sujetos se percataban de la semejanza (siempre y cuando el desfase entre palabras repetidas no excediera de unos escasos segundos)

Este último hallazgo supuso un serio revés para las teorías de la selección temprana de **filtro rígido** (Broadbent, 1958). Parecía ser que el mensaje no atendido se procesaba también hasta un punto inmediatamente anterior a la experiencia consciente, hasta justo antes de que la información accediera a la consciencia y pudiera comunicarse abiertamente. Esto quedaría en consonancia con la propuesta del **filtro atenuado** de Treisman (1960, 1964).

2 – Factores que facilitan la selección

Tras los trabajos de escucha dicótica se llegó a la conclusión de que los oídos se comportan como dos canales de procesamiento relativamente independiente. Queda comprobar cómo algunas propiedades físicas del mensaje sombreado permiten su selección en detrimento del mensaje alternativo.

Localización espacial: La resolución espacial auditiva es muy limitada, por lo que también lo es el número de mensajes que pueden ser atendidos o ignorados. Esto se ha comprobado creando un “**tercer**” canal (mediante auriculares presentar un tercer mensaje de igual intensidad en ambos oídos). Al incluir el tercer canal, la habilidad para el sombreado se deteriora espectacularmente. Los oídos actúan a modo de canales de procesamiento diferentes, pero el potencial de interferencia entre ellos es elevado si el número de canales activos se incrementa.

Desfase temporal: La presentación de estímulos de igual duración de forma simultánea en los dos oídos dificulta la tarea de sombreado. Por tanto, la existencia de una **asincronía** o desfase temporal entre las palabras de cada uno de los mensajes también es un importante factor que facilita la selección.

Tono (frecuencia): El experimento de Cherry apunta a que el tono actúa como **filtro** y facilita la selección de una información en detrimento de otra. Por ello, tenemos más facilidad para atender a un mensaje e ignorar el alternativo cuando las voces de cada uno de ellos son de género diferente.

3 – El procesamiento semántico de la información no atendida

Estudios posteriores se interesaron por saber qué tipo de información podía “adquirirse” del canal no atendido.

Moray (1959) observó que numerosas personas eran capaces de escuchar su **propio nombre** en el canal ignorado. Otro hallazgo interesante obtuvo Treisman (1960) presentando dos mensajes diferentes, ambos significativos y grabados por la misma voz, pero de manera fraccionada. La primera mitad de cada mensaje fue presentado en un oído, y la otra mitad en el otro (*vi a la niña / saltando en la calle VS devuélveme hoy / el libro de física*). Los participantes debían prestar atención sólo a un oído, pero aún así “saltaron” al canal no

atendido en el punto de fracción del mensaje. Tras una o dos palabras regresaban al canal originalmente atendido (*vi a la niña saltando el libro de física*).

Esto demuestra que la información del canal no atendido puede ser analizada en un **nivel semántico** y captar nuestra atención para ajustarse al **contexto**.

Esta idea del **procesamiento semántico** fue también comprobada por Corteen y Wood (1972). Condicionaron a esperar descargas eléctricas al escuchar el nombre de ciertas ciudades. Posteriormente, en el mensaje a ignorar se incluían los nombres de estas ciudades y se observó que, a pesar de no ser conscientes de escuchar los nombres, hubo cambios significativos en la conductancia eléctrica de la piel (respuesta psicofisiológica asociada al estrés). Esto sugiere que estos estímulos fueron analizados semánticamente en un **plano inconsciente**.

Para que la información categorizada acceda a la consciencia y sea comunicada abiertamente por el sujeto se requiere la participación de la atención, lo que iría en línea con las propuestas de la selección tardía.

3 – Atención dividida auditiva

En muchas tareas, el problema no es atender a una única fuente de información, sino dividir la atención entre diversas fuentes.

1 – Escucha dicótica: la técnica de amplitud de memoria dividida (*split-span*)

Para analizar la habilidad de las personas para dividir su atención entre diferentes fuentes se hace uso de la **técnica de amplitud de memoria dividida (*Split-span*)**: una lista de ítems se fracciona en dos listas más cortas que se presentan, cada una de ellas, en un oído. El sujeto debe atender a ambos oídos a la vez y, tras finalizar la presentación, recordar lo que ha escuchado en ambos.

Mediante este procedimiento Broadbent (1954) observó que los sujetos tendían a recordar los dígitos agrupados por cada canal de presentación, pero no agrupados según la secuencia temporal de aparición. Siguiendo su idea del filtro selectivo, argumentó que la selección se producía en fases tempranas del procesamiento recurriendo a **propiedades físicas**.

Sin embargo, y contrario a las propuestas de selección temprana de Broadbent, trabajos posteriores demostraron que la selección de los ítems podía realizarse también recurriendo a **propiedades semánticas**.

2 – Tareas de detección auditiva

En estas tareas los participantes escuchan secuencias de estímulos auditivos y deben indicar cuándo han escuchado el *target*. La detección es buena cuando:

1. Se presenta un **único target** en un momento dado
2. En caso de utilizar **varios targets** estos se discriminan adecuadamente entre sí

Nuestra atención auditiva se “configura” para distribuirse adecuadamente entre uno u otro oído.

Sin embargo, cuando debemos detectar dos *targets* que aparecen al mismo tiempo, uno en cada oído (**déficit del doble target**), la atención no se puede compartir apropiadamente entre ambos oídos.

En conclusión, dividir la atención auditiva entre diferentes canales para detectar estímulos relevantes simultáneos es mucho más difícil que atender exclusivamente a una única fuente de información.

4 – Funciones de alerta de la atención auditiva

En gran medida, nuestra capacidad para atender estímulos sonoros es independiente de la posición de la cabeza y de los oídos. Esta **neutralidad** convierte al sistema auditivo en un excepcional sistema de alerta temprana, listo para recibir y procesar estímulos provenientes de cualquier dirección, independientemente de la orientación adoptada por el organismo (Scharf, 1998).

Función de alerta del HOC: La atención auditiva podría estar supeditada a algún tipo de control fisiológico interno. La **cóclea** recibe *inputs* desde el cerebro, los cuales posiblemente ejerzan un control sobre dónde dirigir nuestra atención auditiva. De hecho, el **haz olivococlear (HOC)** conecta el tronco del encéfalo con la cóclea, transmitiendo *inputs* provenientes de los centros auditivos del lóbulo temporal. Esto podría ayudar a sintonizar los receptores sensoriales. Sin embargo, este control eferente sensible a la estimulación exógena, tal vez no desempeñe un papel tan destacado cuando la atención auditiva se encuentre bajo control del sujeto (orientación endógena).

Control de la atención visual ejercido por los sonidos (*crossmodalidad*): Además de controlar la atención auditiva, los sonidos también tienen capacidad para orientar la atención visual. Esto sugiere que la **crossmodalidad** o vinculación entre modalidades atencionales diferentes incrementa la prominencia perceptiva de los estímulos. Este hecho puede ayudarnos a integrar la información recibida por los diversos sentidos para construir una **representación multimodal del ambiente**.

5 – Predisposición atencional

Predisposición hacia la frecuencia: Si nos piden detectar un tono cuya frecuencia conocemos de antemano nuestra ejecución será mucho mejor que si no la conociéramos, incluso cuando la probabilidad de aparición de dicha frecuencia sea reducida. Esta observación demuestra que podemos configurar una especie de **filtro** atencional que nos predispone a detectar una frecuencia concreta (igual que cuando focalizamos la atención visual a una región específica del espacio).

Un paradigma frecuentemente utilizado para estudiar esa predisposición es el **paradigma de detección del estímulo sonda (*probe-signal paradigm*)**, en el cual se familiariza al sujeto con un tono de frecuencia determinada (*target*) creando una predisposición atencional. Después se presentan dos breves secuencias sucesivas de ruido, una de ellas incluye el *target* o un tono desviado en frecuencia (*probe*) con intensidad en ambos casos que dificulta su atención. Mediante este paradigma se sabe que el rango de frecuencias desviadas que puede ser detectadas es muy estrecho. Es decir, el filtro selectivo es de rango muy estrecho para detectar la frecuencia *target*, de manera que otras frecuencias alejadas no atraviesan ese filtro y no son atendidas. Gráficamente se obtiene una línea llamada **“gradiente de detección”** que representa ese rango. Esta predisposición parece configurarse en **fases tempranas** del procesamiento. Las personas son capaces de configurar un filtro, o tal vez diversos, para múltiples frecuencias, predisponiéndolas para detectarlas adecuadamente.

Predisposición hacia el espacio: Parece ser que la atención auditiva también puede sintonizarse hacia una ubicación espacial y un adecuado ajuste de la atención auditiva con la localización de los eventos sonoros ayuda al procesamiento de los mismos. Sin embargo, esto sólo parece sostenerse cuando el ambiente estimular o la tarea son complejos.

Posiblemente la posición espacial en la percepción auditiva no es tan importante como para la visual, ya que la **corteza auditiva** se organiza **tonotópicamente** (frecuencias contiguas) más que topológicamente (córtex visual). Tal vez el cerebro humano esté programado para orientar la atención auditiva de manera diferente (hacia la frecuencia) a como lo hace la atención visual (hacia el espacio).

Aún así, algunos estudios sí han demostrado que conocer la procedencia por adelantado puede beneficiar la detección del *target*, al menos si el estímulo se emite desde altavoces suficientemente alejados del sujeto.

Conclusiones: Se impone la hipótesis de que la **frecuencia** es más importante que la localización espacial para orientar la atención auditiva. El espacio no parece desempeñar un papel durante el procesamiento auditivo, como sí lo hace durante el procesamiento visual.

1 – Atendiendo a diferentes modalidades sensoriales

El procesamiento multisensorial es tan cotidiano que no nos percatamos de su existencia. La psicología de la atención se ha interesado por estudiar cuestiones relacionadas con el uso e integración de información procedente de diversas modalidades sensoriales (**crossmodalidad**).

Los beneficios del procesamiento multisensorial: Es posible atender a la información procedente de varias modalidades sensoriales sin aparente coste frente a una sola modalidad sensorial. De hecho, otros hallazgos dan cierta ventaja a las presentaciones **crossmodales** frente a las unimodales.

Determinadas exigencias de procesamiento pueden eliminar los beneficios de la presentación bimodal:

- **Cambios en la intensidad:** solemos ser muy buenos dividiendo nuestra atención entre estímulos auditivos y visuales presentados simultáneamente
- **Cambios en la duración:** el rendimiento es peor bajo condiciones de atención dividida que cuando se atiende a cada modalidad por separado.

Parece ser que la emisión de juicios temporales recurre a un procesamiento que debe compartirse necesariamente entre ambas modalidades.

Predisposición hacia una modalidad sensorial: Se ha explorado si la predisposición a una determinada modalidad sensorial afecta al procesamiento. En los experimentos de Spence y Driver (1997), una luz roja indicaba un estímulo visual, y una luz verde, un estímulo auditivo. Las señales podían ser válidas (predisposición adecuada), inválida (engañosa respecta al *target*) o neutras (no eran informativas, se iluminan las dos luces).

La presentación de la señal previa predispuso al sujeto a esperar una modalidad sensorial determinada, pero los **costes o beneficios** sobre el procesamiento del estímulo posterior dependían del **tipo de modalidad**. Las señales inválidas siempre generaban costes, pero las señales válidas solo otorgaban beneficio en la modalidad visual. Es posible crear una predisposición a esperar un estímulo de una modalidad determinada, pero esto no siempre facilitará su procesamiento.

2 – Dominancia de la modalidad visual

Por **dominancia visual** se entiende que, compitiendo con información procedente de otras modalidades, la información visual captura y controla nuestra percepción. Es dominante incluso sobre la propiocepción.

En el laboratorio, estudiando la dominancia visual sobre el sonido, se ha visto que el procesamiento visual acapara los recursos atencionales que serían necesarios para el procesamiento auditivo.

La modalidad háptica (exploración táctil) también puede verse dominada por estímulos visuales, siendo uno de los trabajos más espectaculares en ese ámbito el de la **ilusión de las manos de goma** (Pavani, Spence y Driver, 2000).

Los trabajos realizados sugieren que puede existir una predisposición atencional hacia la información visual, pero no es algo universal. Sabemos que los estímulos auditivos exhiben una tendencia mucho más poderosa para capturar la atención que la que tienen los estímulos visuales. Sin embargo, cuando los estímulos visuales adquieren la misma importancia que otros estímulos de modalidades sensoriales simultáneas, y suministran igual o mayor información, es muy probable que exista un sesgo o predisposición hacia la modalidad visual y que ésta sea la dominante.

3 – Efectos de la información visual sobre la localización auditiva: la ventriloquía

Este efecto demuestra la influencia de los **efectos crossmodales** en la atención: nuestra percepción del origen se ve alterada por la información visual. El efecto se hace más poderoso conforme la fuente de sonido resulta más difícil de localizar (es más dificultoso localizar el sonido en el plano vertical que en el horizontal).

Spence y Driver (2000) crearon en su trabajo una **situación ilusoria** análoga a la ventriloquía, de tal manera que cuando la señal auditiva era difícil de localizar, el sujeto creía que procedía del lugar ocupado por la señal visual.

Otro trabajo sorprendente fue el de Driver (1996). Presentando dos mensajes auditivos (*target* y distractor) simultáneamente, los sujetos identificaban mejor el mensaje cuando aparecía un video de una persona moviendo los labios y “pronunciando” las palabras *target* (sin voz) en el mismo lado que el altavoz que emitía el mensaje. Presumiblemente, los sujetos reubicaban los sonidos de las palabras *target* escuchadas por el altavoz en los labios de la persona del vídeo generando una separación ilusoria entre el mensaje *target* y el distractor, lo cual facilitó la escucha selectiva.

4 – Efectos de la atención sobre la percepción del dolor

Saber por adelantado qué zona de nuestra piel va a ser estimulada reduce los **umbrales** para detectar la estimulación en dicha zona y nos hace más sensibles. Cuando la estimulación es dolorosa, poder anticiparla nos hace más sensible. Esta observación tiene importante repercusión en la aplicación de terapias: distraer la atención del paciente cuando recibe el tratamiento doloroso puede hacer que su experiencia sea, relativamente, más liviana.

6 – Atención *crossmodal*

A pesar de la disociación entre atención auditiva y visual, hay importantes interacciones entre ambas modalidades. Ello hace que una aproximación **crossmodal** permite comprender mucho mejor el mecanismo atencional.

La manera más adecuada de entender el concepto de **atención crossmodal** consiste en analizar la manera en la que percibimos el espacio y construimos marcos de referencia: cada sentido recopila información mediante sus receptores que se sitúan en diferentes lugares. Las conexiones entre la información aportada por las diferentes modalidades sensoriales permiten una representación estable del ambiente externo que nos permite actuar y dirigirnos en el medio.

Una manera de estudiar la integración entre modalidades sensoriales es analizando la **facilitación crossmodal**. Comparando las respuestas neuronales separadas ante cada uno de los estímulos unimodales con la respuesta neuronal conjunta ante la presentación bimodal podemos observar una respuesta bimodal mayor en caso de facilitación crossmodal. Con estudios de ERP se ha demostrado que la interacción entre las modalidades visual y auditiva comienza unos 40 ms después de la presentación estimular, correspondiendo a **fases tempranas** del procesamiento perceptivo.

1 – Efectos de la señalización crossmodal

Por **señalización crossmodal** entendemos el fenómeno por el que una señal en una modalidad puede dirigir la atención hacia alguna dimensión de un estímulo presentado en otra modalidad. Sin embargo, pueden existir factores no atencionales responsables de los efectos de señalización (por ejemplo predisposición a ejecutar una respuesta concreta).

Para evitar este problema los psicólogos han desarrollado el **paradigma de la señalización ortogonal**: una señal visual indica en que lado aparece la señal auditiva, pero en cada lado hay dos altavoces (superior e inferior), y el sujeto debe juzgar cuál de los dos altavoces han emitido el *target*. Se considera que existen efectos de señalización crossmodal cuando las respuestas a la posición vertical del *target* son más rápidas en el lado señalizado que en el no señalizado.

Conclusiones: ¿existen los efectos de señalización crossmodal? A pesar de las divergencias existentes podemos concluir que los efectos de señalización crossmodal existen y se manifiestan en diversos trabajos experimentales.

2 – ¿Existe un control supramodal único para la atención espacial?

La localización espacial externa, compartida entre estímulos de distintas modalidades, facilita la presencia de **vínculos atencionales crossmodales**, lo que favorece la presencia de una especie de **controlador atencional supramodal**.

En ocasiones se afirma que la atención opera sobre representaciones espaciales que están sujetas a influencia crossmodal, y no sobre representaciones exclusivas de una única modalidad. Se puede concluir que los mecanismos responsables de orientar la atención visual, y aquellos responsables de orientar la atención auditiva (o táctil) no son independientes, sino que comparten información en algún momento del procesamiento.

Pero, aunque los efectos crossmodales o de señalización crossmodal se puedan utilizar en contra de una estricta modularidad o independencia entre el procesamiento ejercido en cada una de las diversas modalidades, no prueba necesariamente la existencia de un sistema maestro de control supramodal.

5 ATENCIÓN E INHIBICIÓN

1 – Introducción

Que “prestemos atención a algo” supone seleccionar la información relevante y emitir la respuesta correcta para la tarea en curso. Pero igual de importante es bloquear la información irrelevante y excluir las acciones inapropiadas.

La inhibición no es un constructo unitario y puede manifestarse a través de un conjunto heterogéneo de fenómenos. Puede operar en un plano inconsciente o bajo control consciente, y puede perdurar en el tiempo como en el caso del *priming* negativo.

Según Rafal y Henik (1994), *“el cerebro utiliza los mecanismos inhibitorios para garantizar una adecuada coordinación entre las respuestas reflejas y las conductas voluntarias dirigidas a metas... estos procesos inhibitorios sirven para que nuestra experiencia del mundo sea coherente, garantizando la flexibilidad y eficiencia de la conducta”*.

2 – Tipos de inhibición

En psicología, el término **inhibición** supone que una conducta se emite menos a raíz de manipular algún aspecto de la tarea.

1 – Inhibición neurológica que contrarresta la activación

Desde un **punto de vista neurológico**, la inhibición se entiende como una reducción del nivel de activación de las neuronas, resultado de la interconexión de las redes neuronales que no supone un esfuerzo consciente.

Un tipo de inhibición neurológica es la supresión de **respuestas reflejas**, que puede verse afectada por lesiones en el área cortical responsable. Esto explica por que algunas enfermedades degenerativas o personas con daño cerebral muestran reflejos propios de la infancia. Estas observaciones indican que el mecanismo cortical responsable de inhibir reflejos puede depender de circuitos neuronales distintos a aquellos otros responsables del control atencional encargado de la conducta activada en curso.

Otro ejemplo de inhibición neurológica es el fenómeno del **enmascaramiento lateral**, por el cual ciertos ítems, situados a uno y otro lado de un *target*, pueden afectar la detección de este último. Se hace más evidente cuando el *target* se sitúa en la periferia del campo visual. No son bien conocidas las causas de este efecto, pero parecen deberse, en parte, a la inhibición lateral existente entre neuronas sensoriales. Sus efectos son tan robustos que han generado el desarrollo de la **métrica de la visibilidad** para colores, formas y objetos (ropa de camuflaje, balsa salvavidas).

2 – Inhibición reactiva

La **inhibición reactiva** es un efecto colateral producido por un proceso cognitivo en curso que se ha iniciado deliberadamente. Algunos tipos son la inhibición de retorno o el *priming* negativo.

3 – Inhibición conductual

En la investigación experimental no siempre es posible ni necesario describir cómo surge la inhibición o cómo ejerce sus efectos. Desde una perspectiva conductual podremos observar incrementos en el TR o disminución general del rendimiento debido a la inhibición, aunque no se especifique cómo ha operado el mecanismo inhibitorio.

3 – Inhibición de la información relevante

La investigación sobre atención selectiva está repleta de paradigmas en los que la información irrelevante debe ignorarse y la relevante atenderse. Estos paradigmas permiten explorar el grado de habilidad que tenemos para inhibir el procesamiento de la información irrelevante.

1 – El efecto Stroop

Este efecto es una de las demostraciones más poderosas sobre la dificultad que tenemos para inhibir información irrelevante. El principio en el que descansa este fenómeno es una habilidad lectora bien desarrollada que no puede suprimirse a voluntad.

El **efecto Stroop tradicional** es la interferencia que tiene el significado de las palabras durante la denominación de los colores con los que aparecen impresas. Se manifiesta un “**efecto Stroop**” cuando el rendimiento en la condición incongruente (**ROJO**) es peor (mayor TR y más errores) que el obtenido en la condición congruente (**ROJO**) o en la neutra (**XXXX**).

También se da el **efecto Stroop espacial** cuando debe atenderse a posiciones espaciales e ignorar el significado de la palabra: (DERECHA IZQUIERDA).

La asimetría Stroop: La **asimetría** es un tipo importante de la interferencia tipo Stroop. En condiciones incongruentes el significado de la palabra interfiere sobre la denominación del color, pero no interfiere el color sobre la lectura de la palabra. De forma análoga, la denominación de la ubicación se ve dificultado por el significado de la palabra, pero la ubicación no dificulta la lectura de la palabra. La asimetría en el efecto espacial se invierte cuando se solicita la respuesta manual, de manera que en condiciones incongruentes la ubicación de la palabra interfiere sobre la respuesta manual de apretar el botón correspondiente, pero no lo hace el significado.

La interferencia aparece, por lo tanto, siempre que la dimensión irrelevante del estímulo, a pesar de ser ignorada, se procesa en el mismo sistema de respuesta que la relevante y se codifica de manera semejante (codificación verbal VS codificación motora).

¿A qué es debido el efecto Stroop?: La explicación habitual es que la lectura de una palabra es un proceso muy automatizado que no se puede inhibir. Sin embargo, algunos investigadores matizan que no siempre se produce una actuación de forma pura de procesamiento automático. Han descubierto que colorear sólo una letra de la palabra disminuye la interferencia ya que la focalización en una única letra evita, hasta cierto punto, la lectura automática.

2 – El efecto Simon

Se logran efectos similares al efecto Stroop espacial sin necesidad de que el estímulo aluda a información direccional.

Cuando el sujeto debe responder mediante pulsadores situados a un u otro lado a la identidad de un estímulo, ignorando la localización espacial, se puede manifestar el **efecto Simon**: las respuestas son más rápidas cuando el estímulo aparece en el lado correspondiente a su respuesta que cuando lo hace en el lado opuesto.

Este efecto se debe, de nuevo, a la dificultad para ignorar la información irrelevante. En la tarea Simon se debe principalmente a la interferencia que aparece cuando la posición del estímulo y la respuesta asignada no se corresponden.

Explicaciones del efecto Simon: Una de las primeras explicaciones es la tendencia natural a responder hacia la dirección de aparición del estímulo. Pero, experimentos posteriores mostraron que esta tendencia natural no es una explicación convincente.

Una explicación alternativa admite que se debe a la generación automática de **códigos espaciales** que entran en conflicto: la posición del estímulo genera un código espacial, y a su vez la respuesta asignada también se codifica en términos espaciales, de manera que en los ensayos incongruentes se genera una competencia entre dos códigos incompatibles.

Otra idea sostiene que participan **estrategias inhibitorias voluntarias** bajo control del sujeto. Si tenemos un botón rojo y uno verde dispuestos uno al lado del otro, y solicitamos pulsar el botón rojo ante la aparición de un cuadrado rojo y el botón verde ante un cuadrado verde, el TR es menor cuando coinciden la ubicación del cuadrado rojo y el botón rojo. Sin embargo, si invertimos la correspondencia (botón verde = cuadrado rojo, botón rojo = cuadrado verde) obtenemos el **efecto Simon inverso**: menores TR (más rápido) cuando el cuadrado aparece en el lado opuesto al de la llave natural de su color. Esto indica que el sujeto usa estrategias activas que inhiben la relación lógica entre los colores y sus respuestas, recodificando la situación invirtiendo el orden.

El hecho de que el efecto Simon sea de mayor magnitud cuando se emiten las respuestas con relativa rapidez sugiere que puede depender de un código espacial generado automáticamente, que se mantiene activo durante un breve periodo. El efecto Simon inverso demuestra, a su vez, que es posible obtener el efecto con respuestas emitidas más lentamente, lo que demuestra la posible participación de procesos intencionales de recodificación lógica bajo control del sujeto.

3 – La selección de respuesta en la explicación de los efectos de compatibilidad espacial

Recurriendo al modelo general de procesamiento, el efecto Stroop y el efecto Simon se originan en el estadio de **selección de respuesta**. Las dos dimensiones, relevante e irrelevante, son procesadas en paralelo generando un código de respuesta. Cuando estos códigos son diferentes se debe suprimir el irrelevante.

Este marco general es el fundamento explicativo de los efectos de interferencia desde los modelos de **competencia entre respuestas**. Éstos suponen que las dos dimensiones se procesan a la vez, en paralelo, y compiten por acceder a un canal central de capacidad limitada (*bottleneck*) encargado de seleccionar la respuesta.

Debilidades de los modelos de competencia: El hecho de que la interferencia ejercida por la dimensión relevante puede reducirse e incluso evitarse pone en duda los modelos de competencia:

- Desde las teorías de la **compatibilidad ideomotora**, si existe una alta compatibilidad entre el estímulo y su respuesta, la selección de esta última se realiza directamente, sin mediación cognitiva, evitando el cuello de botella. Según los modelos de competencia el modo de emisión de respuesta no debería afectar a la “carrera” entre dimensiones.
- Modificar la **proporción** de ensayos congruentes e incongruentes repercute sobre la magnitud del efecto. Si aumenta la proporción de ensayos incongruentes se procesan con mayor rapidez y disminuye el efecto Stroop. Esto se debe a que el sujeto pone en marcha una estrategia por la que aprende a dividir más adecuadamente la atención y evita la influencia perniciosa de la dimensión irrelevante.
- Manipular el **ritmo** de presentación de los ensayos puede eliminar el efecto Stroop. Una presentación rápida permite que los sujetos se centren mejor en la tarea de nombrar la posición de las palabras e inhibe la lectura automática de las mismas, reduciendo el efecto.

Conclusiones:

1. Que los efectos dependan de las dimensiones de la respuesta sugiere la existencia de **asociaciones ideomotoras** que difieren en magnitud. Aunque algunas dimensiones parecen activar respuestas automáticamente, la automaticidad es más bien una cuestión de grado.
2. Los efectos espaciales emergen a partir de la **codificación del espacio**, aunque no se sabe aún cómo.
3. La **velocidad relativa de procesamiento** de las dimensiones puede influir en el efecto. Los códigos espaciales decaen antes en el tiempo, mientras que los efectos de procesamiento intencional tienen más duración.
4. Manipular el ratio o la velocidad de presentación muestra que los sujetos aplican **estrategias atencionales arriba-abajo** que pueden reducir el efecto Stroop.

4 – El efecto de compatibilidad de los flancos

Este efecto es otro que demuestra la interferencia debida a nuestra dificultad para inhibir la información irrelevante. El **paradigma experimental de los flancos** o **paradigma Eriksen** (Eriksen y Eriksen, 1974) consiste en exponer una letra *target* en el centro de una presentación, flanqueada por otras letras distractoras (p.ej.: pulsar botón derecho si aparece S o F, botón izquierdo para H o T). El *target* puede estar flanqueado por otras letras con respuesta semejante (S y F), con respuesta contraria (S y H) o por letras neutras sin respuesta asignada (S y R). El **ECF** se manifiesta cuando la ejecución es rápida y precisa en un *target* rodeado de respuesta compatible, intermedia si los flancos son letras neutras, y lenta e imprecisa si son letras con respuesta incompatible.

La respuesta asociada con el *target* se activa de forma simultánea con la respuesta asociada a los flancos. Estos no pueden ignorarse y se procesan perceptivamente hasta generar una **preparación motora** de su respuesta asociada. La interferencia se debe al conflicto existente entre las respuestas.

Es un fenómeno que pone en duda los modelos de selección temprana, ya que demuestran que el sujeto no es capaz de aplicar un filtro a los flancos atendiendo a su posición. De hecho, esta información es procesada y permite aprender implícitamente relaciones predictivas entre flancos y respuesta correcta, efecto que se conoce como “**efecto de la validez del flanco**”.

Factores que afectan al ECF: La única variable que parece ejercer una influencia consistente y sólida sobre el ECF es la **separación espacial**, a partir de 1 grado de ángulo visual. Pero también hacer el *target* y los flancos

físicamente más diferentes. Concluyendo, cualquier factor que incremente la posibilidad de discriminar el *target* de los distractores puede reducir también el ECF.

Siguiendo la idea de **carga perceptiva**, Lavie (1995) demostró que hacer la tarea de flancos más sencilla pueden en realidad, volverla más complicada. Según esta autora, el grado de influencia ejercida por los flancos dependerá de la carga perceptiva de la tarea:

- Cuando la carga es **baja**, el procesamiento del *target* no necesita todos los recursos de procesamiento, por lo que los flancos se procesan involuntariamente con los recursos sobrantes e influyen así sobre el *target*
- Cuando la carga es **alta**, el *target* reclama todos los recursos disponibles, impidiendo así el procesamiento de los flancos cuya influencia será menor en consecuencia.

Aunque varios trabajos favorecen la hipótesis de carga perceptiva, otros aportan evidencia contraria demostrando que, en condiciones de baja carga, no siempre los distractores irrelevantes capturan automáticamente la atención.

4 – Inhibición de retorno

El uso de señales para dirigir la atención a una región específica facilita la identificación del *target*. Las señales pueden ser exógenas (periféricas) o endógenas (centrales). Aunque ambas son eficaces para controlar y dirigir la atención, no operan del mismo modo. Una de las principales diferencias es el transcurso temporal de sus efectos positivos o negativos (beneficios y costes). Ambos efectos se obtienen antes y de mayor magnitud usando **señales exógenas**, aunque sus efectos tienden a confluir con las señales endógenas en torno a los 300 ms a partir de su presentación.

A partir de un SOA de 300 ms o superior y durante unos 3 segundos aproximadamente, los beneficios generados por una señal exógena válida pueden convertirse en inhibición y generar costes, de manera que las respuestas ante *targets* señalizados 300 ms antes por una señal exógena válida es más lenta. Esto indica que la capacidad de captura de atención es de corta duración y conlleva un sesgo que evita que la atención regrese de inmediato a la zona señalizada. Este sesgo es la denominada **inhibición de retorno (IR)**. Es un fenómeno que se observa en amplia variedad de contextos y, aunque es de mayor magnitud en la zona señalizada, puede extenderse a todo el hemisferio visual correspondiente.

1 – Función de la inhibición de retorno

La función de la IR es la de garantizar una **búsqueda visual eficiente** en ambientes complejos. Evita que la atención vuelva a visitar localizaciones exploradas recientemente, y se relaciona de forma estrecha con el movimiento ocular. También es útil para **suprimir la distracción**, permitiéndonos dirigir y focalizar nuestra atención hacia regiones que contienen estímulos novedosos.

Durante la búsqueda visual, la **IR** puede entenderse como una especie de **etiquetado inhibitorio** de las posiciones previamente exploradas. Este efecto es evidente tanto en búsquedas visuales estáticas como dinámicas (propias de la vida real), lo que convierte este efecto en un importante **mecanismo adaptativo** que garantiza una búsqueda eficiente en situaciones dinámicas.

5 – Marcado visual

En las tareas de búsqueda visual, el **marcado visual** es un **mecanismo inhibitorio arriba-abajo** que permite inhibir activamente localizaciones ocupadas por distractores preexpuestos (presentados antes que el resto). De este modo dichas localizaciones son excluidas durante la búsqueda posterior del *target*, reduciendo así el efecto ejercido por el tamaño de la presentación. En consecuencia, resulta más fácil localizar el *target*.

Contrariamente a la IR, es un proceso **arriba-abajo**, que se aplica de forma flexible en función de las metas o la conducta requerida por la tarea. Se manifiesta también ante presentaciones dinámicas en las que los distractores se desplazan.

6 – Priming negativo

Cualquier actividad de nuestra vida cotidiana exige una selección y, a la vez, una inhibición. El paradigma del “**priming negativo**” (PN) se desarrolló, precisamente, para explorar cómo evoluciona a lo largo del tiempo el hecho de haber inhibido un distractor con anterioridad.

En las tareas de **priming negativo** la tarea organiza los ensayos en pares secuenciales:

- 1) Un ensayo previo (**ensayo prime**) donde se debe localizar un *target* e ignorar un distractor
- 2) Un ensayo posterior (**ensayo probe** o **ensayo de sondeo**) que consiste en responder ahora al estímulo que previamente era el distractor.

La condición control se compone de estímulos diferentes entre sí en los ensayos *prime* y los ensayos *probe*. Se dice que existe **priming negativo** cuando las respuestas a un *target* en el ensayo *probe* son más lentas si dicho *target* actuó como distractor en el ensayo *prime* que cuando no lo hizo. La selección previa de un *target* es acompañada por la inhibición del distractor; como esta inhibición perdura en el tiempo, la selección posterior del ítem previamente inhibido será más difícil.

De forma análoga al **PN de identidad**, los efectos inhibitorios también se pueden manifestar cuando la tarea requiere responder a la localización de un estímulo, tratándose entonces de **priming negativo de localización**.

En la mayoría de experimentos de *priming* los estímulos utilizados son dibujos, símbolos o palabras que requieren respuestas relativamente sencillas. Algunos investigadores han querido ir más allá y han sugerido que la funcionalidad del PN podría ser la de facilitar las acciones dirigidas a metas. Para ello han diseñado tareas de control de acción. Partiendo de una posición inicial (proximal o distal), los sujetos deben desplazar lo más rápidamente su brazo y tocar en un tablero una de 9 posiciones. El *target* se ilumina con un led rojo, mientras que el led amarillo debe ser ignorado. Observaron un efecto curioso: sólo las posiciones distractoras que tienen que ser atravesadas por la mano en el ensayo *prime* causan efectos de PN en el ensayo *probe*. Este hallazgo sugiere que el *priming* negativo es un fenómeno inhibitorio imprescindible para el **control de las acciones**.

1 – Priming negativo vinculado al objeto

Una cuestión que decidieron abordar los investigadores fue si el *priming* se debe al **objeto** o a la **posición** del mismo. Tiene sentido pensar que la inhibición del PN se vincula al objeto, en lugar de (o además de) a su localización espacial. Tipper, Brehaut y Driver (1990) exploraron esta hipótesis analizando los efectos de PN de localización ante objetos estacionarios y en movimiento.

Observaron que sólo se encuentran efectos del PN en la condición dinámica, con estímulos aparentemente en movimiento, pero no en la estática. En definitiva, la inhibición parece desplazarse junto al objeto y seguir su trayectoria. La inhibición ocasionada por el *priming* negativo parece, por tanto, estar vinculada al **objeto** y opera a lo largo de su desplazamiento.

Sin embargo, otros autores han mostrado que los efectos de PN pueden estar vinculados tanto con la identidad del objeto como con su localización. Entonces, ambas dimensiones son disociables y afectan a diferentes aspectos del procesamiento del *target*. En su trabajo los sujetos debían nombrar una letra de un color e ignorar la de otro color, y a su vez señalar mediante un botón la posición que ocupaba la letra *target*. La velocidad nombrando la letra en el ensayo *probe* se vio afectada por la identidad y la posición del distractor en el ensayo *prime*, siendo ambos efectos aditivos.

Algunas conclusiones acerca del <i>priming</i> negativo
El PN puede manifestarse utilizando cualquier característica de un objeto ignorado. Surge utilizando palabras, palabras-color tipo Stroop, letras, imágenes y dibujos o formas.
El PN es flexible y depende de los objetivos de la tarea. Sólo serán inhibidas aquellas propiedades del distractor que compitan directamente con el <i>target</i> en términos de metas a lograr
La magnitud del PN tiende a disminuir conforme aumenta el número de objetos que deben ser ignorados, debido probablemente a que la capacidad inhibitoria debe distribuirse entre ellos
El PN depende, a veces, de la presencia de estímulos distractores en el ensayo <i>probe</i>
El PN muestra un transcurso temporal progresivo en el que se va disipando progresivamente
La magnitud del PN se incrementa conforme lo hace la dificultad para seleccionar el <i>target</i> en el ensayo <i>prime</i> o en el <i>probe</i>

2 – Dificultad de la selección y magnitud del *priming* negativo

La magnitud del *priming* negativo se incrementa progresivamente conforme lo hace la dificultad para seleccionar el *target* (**ASNO**, CAMELLO. Tarea fácil: leer el animal en rojo; tarea difícil: nombrar el animal de mayor tamaño).

Lavie defendió que la dificultad de la selección afecta a la magnitud del *priming*, de manera que, similar al ECF, a mayor dificultad en la selección menor *priming*. Conforme aumentaba la carga perceptiva, el efecto de PN disminuía progresivamente hasta desaparecer. Su razonamiento se basa en el consumo de recursos disponibles: cuando la carga perceptiva es alta, la selección del *target* consume los recursos destinados a inhibir los distractores. Al no poder ser inhibidos, el PN fue inexistente en el ensayo *probe*.

Una explicación alternativa es que en condiciones de alta carga la capacidad inhibitoria no disminuye, sino que se distribuye entre todos los distractores. Al tener que distribuirse entre mayor número de distractores, los efectos de PN serían de menor magnitud.

3 – La hipótesis de la inhibición

La explicación del *priming* negativo por inhibición considera que los distractores son atendidos y exhiben cierto nivel de activación que debe ser suprimido o inhibido en el ensayo *prime*. Pero, ¿es esto cierto?

Un hallazgo que pone en dificultades esta hipótesis es que un distractor ignorado en un ensayo *prime* puede llegar a producir efectos de *priming* positivo si en el ensayo *probe* se presenta como *target* en solitario, exhibiendo un nivel de activación evidente. Por tanto, el nivel de activación global del distractor no parece disminuir, sino que perdura.

Hay una importante relación entre la capacidad para inhibir la información irrelevante y el *priming* negativo:

- Las personas que son relativamente buenas ignorando información irrelevante exhiben **mayores efectos** de *priming* negativo
- Los efectos de *priming* negativo son **menores** en colectivos con dificultades para inhibir la información distractora: TDAH, ancianos, esquizofrénicos, Alzheimer, ...

La inhibición de los distractores parece ser un mecanismo que permite tanto la selección de la información como la aparición del *priming* negativo.

4 – La hipótesis de la recuperación desde la memoria

Otros investigadores sostienen que no es apropiado hablar de un proceso inhibitorio, y proponen en su lugar una explicación basada en la recuperación de la información desde la **memoria**. El distractor se codifica durante el ensayo *prime* con una etiqueta “distractor, no responder”. Cuando en el posterior ensayo *probe* de repetición ignorada se convierte en *target*, incluye tanto información de que debe ser ignorado como de que debe ser atendido. El desajuste entre las dos informaciones ocasiona un conflicto que ocupa un tiempo extra hasta que es resuelto.

Esta hipótesis no está libre de dificultades, por lo que la mejor explicación es la que integra la inhibición junto con la recuperación desde la memoria.

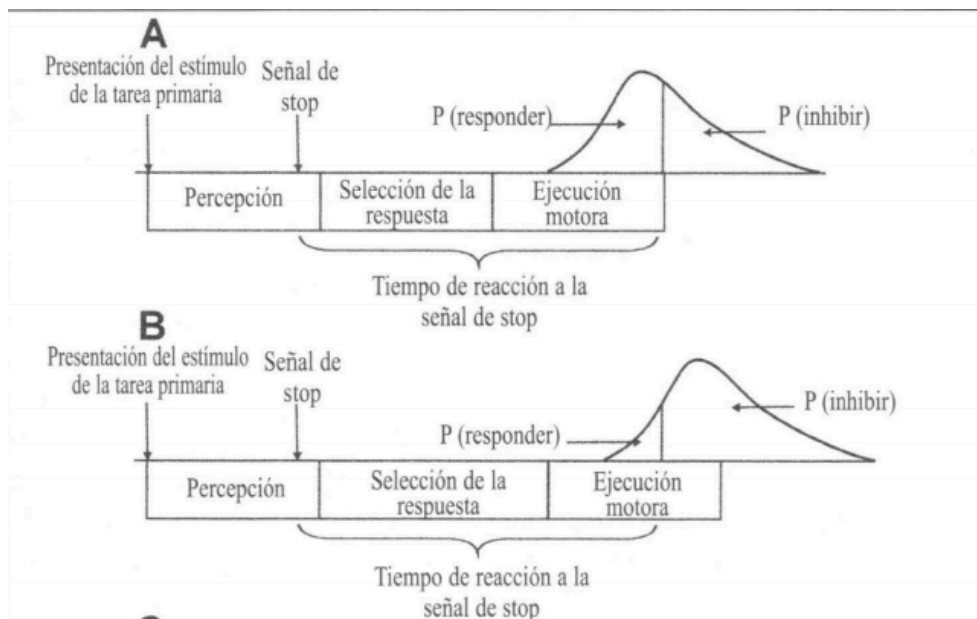
7 – Respondiendo ante una señal de stop

Cuando el curso actual de nuestras acciones no es el apropiado no nos queda otra que modificarlo. Una de las primeras medidas adoptadas es la de detener la conducta. Los **procesos stop** son un caso evidente de intervención ejecutiva; nos proporciona una oportunidad para contemplar los procesos ejecutivos en acción y explorar su naturaleza (Logan, 1994).

El **paradigma de la señal de stop** se desarrolló para aislar el componente *stop* de otros implicados en el desempeño en una tarea: los sujetos realizan una tarea primaria de TR de elección. En determinados ensayos al azar se presenta una “señal *stop*” que indica que la respuesta debe ser abortada. La VD es el número de veces que se detiene con éxito la respuesta tras aparecer esa señal.

Desde los modelos de competencia, la presentación de la señal *stop* pone en marcha el **proceso “stop”** inhibitorio, que compite contra un **proceso “go”** excitatorio desencadenado por la tarea primaria. Si el proceso *stop* finaliza antes de que el procesamiento de la tarea primaria alcance el **punto de no retorno**, entonces gana la carrera y la respuesta es inhibida.

Manipulaciones que afectan al punto de no retorno: Se han manipulado diversos factores que afectan a la duración de los estadios de procesamiento en la tarea primaria para analizar sus efectos sobre los tiempos de parada. Si conseguimos alargar la duración de uno de esos estadios previos al punto de no retorno, el proceso *stop* tendrá más tiempo para detener la respuesta y aumenta el porcentaje de éxitos.



- Alterando la compatibilidad estímulo-respuesta y haciendo más difícil la respuesta conseguimos enlentecer la **selección de respuesta** aumentando la duración de este estadio (B VS A)
- Disminuir las diferencias entre los estímulos ampliará el **estadio perceptivo** y dejará, a su vez, más tiempo para la detención de la respuesta
- La manipulación de la complejidad de la respuesta motora exigida al sujeto repercute sobre la duración del estadio de **ejecución motora**, ya que afecta el tiempo requerido para configurar el programa motor.

1 – Tiempos de parada: factores que le afectan

Se han explorado diversas tareas primarias que deben ser abortadas y parece ser que el mecanismo *stop* depende de un único proceso central y amodal, ya que los **TR-stop** son similares en las diversas tareas.

Este tiempo depende de la edad: los niños y los ancianos son más lentos para reaccionar ante una señal *stop* que los adultos jóvenes. Esto puede deberse a los cambios evolutivos que tienen lugar en el lóbulo frontal, que juega un papel importante en el control cognitivo y es la última zona cerebral en alcanzar el pleno desarrollo, así como la primera que exhibe deterioros relacionados con el envejecimiento.

2 – Naturaleza del proceso *stop*

La ejecución de la respuesta (*go*) y la detención de la misma (*stop*) constituyen dos procesos diferentes, cada uno de ellos responsable de seleccionar y ejecutar su propia acción. Determinados aspectos de la activación motora durante la preparación de una respuesta no se ven afectados por la señal *stop*, y el proceso *stop* está asociado a un componente específico registrado en el EEG. Aún así, algunas manipulaciones pueden afectar al devenir de ambos procesos.

Por ejemplo, el tiempo de detención (*TR-stop*) depende de si la tarea primaria requiere inhibir información incongruente, como es el caso de las tareas de flancos. El *TR-stop* es más elevado en los ensayos **incongruentes** que en los congruentes. Tal vez se deba a que la inhibición de los flancos requiere los recursos necesarios para detener la respuesta..

Conforme al modelo de competencia, en el paradigma de la señal *stop* se sabe que el TR obtenido en un ensayo se incrementa si el ensayo previo ha sido *stop* respecto a si no lo ha sido. Esto indica que el proceso *stop* exhibe una especie de post-efecto inhibitorio residual, que perdura en el tiempo, y que puede modular el proceso *go* del siguiente ensayo, enlenteciendo la respuesta.

Finalmente, muchas situaciones de nuestra vida nos obligan a parar la conducta iniciada o sustituirla por otra alternativa. Surge la cuestión de si es necesario detener la conducta antes de sustituirla por otra diferente. Pero detener una acción es algo cualitativamente diferente a sustituirla por otra, y los procesos *stop* controlan la conducta de manera distinta a como lo hacen los procesos *go*.

6 REALIZANDO VARIAS TAREAS A LA VEZ

1 – Introducción

Casi toda nuestra actividad cotidiana exige de nosotros realizar diversas tareas de forma simultáneas. Aunque seamos capaces de atender a la información procedente de diversas fuentes (atención dividida), sólo aquellas más relevantes para la tarea en curso serán seleccionadas (atención selectiva). La mayor parte de tareas cotidianas disponen de un componente de atención selectivo y otro de atención dividida.

2 – Gestionando las estrategias atencionales

La ejecución concurrente de varias actividades requiere utilizar determinadas destrezas que nos faciliten el desempeño:

- **Compartir tiempos entre tareas (*time-sharing*)**: habilidad de distribuir los recursos atencionales adecuadamente entre cada tarea en el momento oportuno.
- **Reestructurar y tratar las tareas como si fueran una unidad**: el éxito de esta habilidad dependerá de si los componentes de cada una de ellas permiten la unificación
- **Selección y combinación de estrategias**: optimizar el rendimiento requiere combinar adecuadamente estrategias atencionales (atender a diferentes fuentes) y estrategias perceptivas (actuar adecuadamente con una mínima cantidad de información)

Una propuesta teórica de **optimización del desempeño por distribución de estrategias atencionales** es la de Erev y Gopher (1999): el control atencional depende de la eficacia de las estrategias disponibles, así como de los incentivos resultantes de utilizar cada una de ellas. La conducta está dirigida por una estrategia cognitiva, seleccionada a partir de dos componentes:

1. **Arriba-abajo**: componente de control ejecutivo, puesto en marcha por el sujeto. Decide qué información es atendido
2. **Abajo-arriba**: componente de naturaleza perceptiva y motora. Controla cómo se debe ejecutar una acción en respuesta a la información atendida del componente anterior.

3 – Modificando los objetivos: la alternancia entre tareas

Aunque en los experimentos los investigadores están convencidos de que los sujetos persiguen los objetivos planteados por ellos y entienden las instrucciones, incluso en tareas muy sencillas no siempre los sujetos consiguen mantener un rendimiento estable.

La habilidad que nos permite modificar los objetivos durante la realización de una tarea ha sido objeto de estudio en los últimos años. Esta habilidad está relacionada con el control ejecutivo y se ha explorado bajo dos situaciones:

- Condiciones de **cambio** o **alternancia** entre tareas
- **Tareas multietapa**

1 – El coste por cambio de tarea

Frecuentemente, realizar una actividad compleja requiere alternar entre una tarea y otra diferente, o desde un componente de una, a otro componente de la otra.

El **coste por cambio** hace referencia al incremento en TR y/o errores que se ocasionan inmediatamente después de haberse producido una transición desde una tarea a otra diferente. Es el producto de la actividad subyacente de **reconfiguración** o **reconexión** que se produce en diversos módulos o vías cerebrales, cuya finalidad es asegurar una nueva acción como respuesta a un nuevo estímulo. Es decir, refleja el tiempo necesario para reconfigurar la nueva disposición mental que garantice el desempeño en la tarea alternativa.

Paradigma del cambio de tarea (*task-switching paradigm*): Para explorar el coste por cambio se han diseñado paradigmas experimentales donde los sujetos deben alternar su ejecución entre dos tareas simples. Se dice que existe un **coste por cambio** cuando el desempeño es peor en el ensayo de cambio (primer ensayo con la nueva tarea) que en los ensayos sucesivos de esa misma tarea.

Rogers y Monsell (1995) descubrieron que la anticipación del cambio de tarea reducía los costes sustancialmente, aunque la disposición mental hacia la nueva tarea fue solamente parcial. Si el intervalo entre el ensayo previo y el de cambio era de más de un segundo perduraba un alto coste en TR. Este **coste residual** fue atribuido a que la nueva configuración requería ser activada externamente por el estímulo apropiado. Por lo tanto, para estos autores, cambiar la disposición mental dependía de dos componentes:

- Arriba-abajo: configuración de una nueva disposición
- Abajo-arriba: activación de la nueva disposición por el estímulo

Otros investigadores proponen otra explicación del **coste residual** y defienden que se debe a la presencia de dificultades para inhibir totalmente la disposición mental de la tarea previa.

Estos dos modelos explicativos comparten dos supuestos respecto al proceso de reconfiguración mental:

1. La disposición hacia una tarea concreta consiste en establecer vías de procesamiento o módulos en el cerebro que facilitan determinadas operaciones e inhiben otras.
2. Las vías establecidas en la tarea previa permanecen estables hasta que son sustituidos por otras vías

La cuestión más problemática que enfrenta las dos propuestas es el **fenómeno del coste residual**: parece que cambiar la disposición no es una acción de tipo todo o nada, pues precisa una importante operación de control (inhibir la vieja disposición mental antes de activar la nueva). Esta idea es favorable con la propuesta de la dificultad de inhibir la disposición previa, y no tanto con la propuesta de la incompleta activación de la nueva disposición.

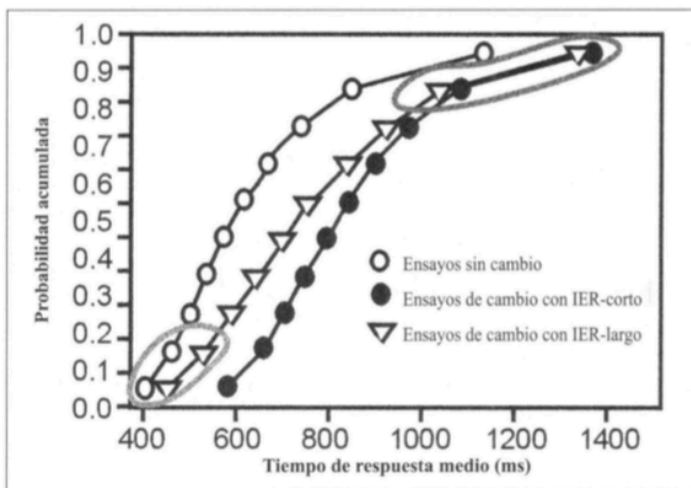
2 – El coste residual

La existencia de un coste residual indica que el coste por cambio no puede ser totalmente eliminado. Una propuesta explicativa lo achaca a la presencia de una **transferencia** de la correspondencia estímulo-respuesta de la tarea anterior a la nueva tarea. Este **transfer negativo** no parece mejorar con la práctica. La magnitud de este efecto es elevada ya que, en el ensayo de cambio, el sujeto debe “reiniciar” la nueva correspondencia que le permita realizar adecuadamente la nueva tarea.

Otro modelo explicativo propuesto por De Jong (2000) sostiene que el sujeto exhibe, a veces, una dificultad para prepararse adecuadamente ante la nueva tarea. Por lo tanto, el coste residual sólo aparece en aquellos ensayos en los que los sujetos no pueden anticiparse y preparar la nueva tarea.

Para probar esta hipótesis se han ajustado los datos de los ensayos de cambio a una doble distribución: respuestas preparadas VS respuestas no preparadas:

- En los **ensayos no-cambio** no hace falta anticiparse, por lo que esos TR permiten estimar las respuestas preparadas
- Los **ensayos de cambio** sirven para estimar las respuestas no preparadas, especialmente aquellos con intervalos cortos entre estímulo y respuesta (**IER-corto**)



En la figura se puede observar la distribución de probabilidad acumulada de los TR. Las zonas señaladas corresponden a:

- Algunos **ensayos de cambios IER-largo** son tan rápidos como los **ensayos no-cambio**. Esto significa que la respuesta está adecuadamente preparada
- Otros **ensayos de cambio IER-largo** son tan lentos como los **ensayos de cambio IER-corto**, indicando una no preparación adecuada de la respuesta

Esto demuestra que el efecto del coste residual en un ensayo de cambio podría ser **mínimo** si el sujeto está preparado para afrontar el cambio y **elevado** si no lo está.

4 – Control en tareas multitapa

Habitualmente las tareas se fragmentan en etapas con objetivos parciales que deben priorizarse. La realización de una secuencia de acciones en **tareas multitapa** requiere aplicar un adecuado control atencional, para evitar fallos, y la participación de la **memoria prospectiva** para acordarnos de realizar una acción en el futuro conforme a una planificación en el presente.

Una aproximación útil para estudiar el control cognitivo implicado en este tipo de tareas es incorporar los componentes que las constituyen en una especie de secuencia en cascada para, posteriormente, estudiar su influencia sobre el procesamiento de nuevas tareas. Por ejemplo, se ha explorado la capacidad para resolver problemas complejos de aritmética mental a partir de:

1. Operaciones parciales de cálculo intermedias
2. Integración de dichas operaciones intermedias en cálculos de más alto nivel

En la fase de transferencia posterior se plantean nuevos problemas que pueden recurrir a:

- Los cálculos intermedios previos
- Las estructuras integradas previas
- A ninguno de ellos

El rendimiento es mejor cuando los nuevos problemas abarcan los cálculos parciales o las estructuras integradas previas, aunque el efecto de éstas últimas perdura mucho más en el tiempo. Por lo tanto, la estructura integrada aparentemente constituye un marco que facilita el aprendizaje de nuevos problemas, ya que permite aplicar en ellos los elementos que la constituyen.

La hipótesis del marco procedimental: esta hipótesis desarrollada y estudiada por Carlson y Sohn (2000) se basa en el principio de que saber, por adelantado, lo que uno tiene que hacer acelera el procesamiento de la información.

Exploraron el posible beneficio de generar anticipadamente en el sujeto expectativas sobre las acciones que va a tener que realizar. Para ello proporcionaban información avanzada sobre:

- Los **operadores** (ADD, DIFF, MIN, MAX)
- Los **operandos** (números)

Observaron que la solución de los problemas matemáticos en cascada siempre fue más rápida cuando el **operador** apareció antes que el operando. El hecho de conocer previamente el operador generó una expectativa sobre las metas que se debían alcanzar en cada etapa.

Experimentos posteriores apuntan en esta misma línea y han demostrado que el beneficio de saber por anticipado “**qué hacer**” en lugar de “con qué hacerlo” es un fenómeno generalizado que aparece no sólo en tareas numéricas, sino también en tareas espaciales.

5 – Control en multitarea

Igual que en la tarea multietapa, coordinar exitosamente la ejecución de **varias tareas** requiere tener consciencia de las metas perseguidas y recordar qué se debe hacer, tanto en la situación presente como en las futuras. Una forma de explorar estas habilidades ha sido mediante el **test de los seis elementos (SET)**. Este test permite analizar cómo las personas controlan sus objetivos durante la ejecución de las tareas que lo constituyen.

Incluye tres tareas diferentes, cada una dividida en dos secciones que deben completarse en 15 minutos. Los participantes realizan esas secciones y acumulan puntos con el único requisito de que, una vez completada la sesión A no sigan con la sección B de la misma tarea. Deben cambiar a otra tarea, si no, pierden puntos.

El desempeño en el SET está estrechamente relacionado con la tendencia a cometer errores asociados a la formación y materialización de objetivos.

Este tipo de trabajos son prometedores: permiten perfilar los componentes implicados en procesos de control en condiciones de multitarea y contribuyen a comprender los sistemas atencionales y de memoria involucrados.

6 – Atención, destreza y automaticidad

Ya William James (1890/1950) afirmaba que el **hábito** disminuía la atención consciente necesaria para ejecutar nuestros actos. De ese hecho se desprenden dos consecuencias:

- a. Cuando una conducta se automatiza la demanda de recursos atencionales disminuye y podemos realizar esa conducta sin interferir o ser interferida por otras.

- b. Una conducta automatizada es independiente del control atencional voluntario. Una vez iniciada, transcurre hasta la finalización sin que seamos conscientes de su ejecución

Los sorprendentes efectos de la automatización: El enfoque de los **recursos atencionales** admite que se pueden realizar dos tareas simultáneamente si el número de recursos disponibles es suficiente y se distribuye adecuadamente entre ellas (*time-sharing*). Sin embargo, si una de esas tareas se automatiza no precisará recursos atencionales, facilitando la ejecución simultánea de una segunda tarea. Trabajos realizados con pianistas profesionales (Allport, Antonis, Reynolds, 1972), la lectura y toma de nota de sujetos (Hirst et al., 1980) o la capacidad de Neville Moray en tareas de sombreado (Underwood, 1974) demuestran ese hecho.

Según indican Spelke, Hirst y Neisser (1976), aunque las estrategias individuales puedan imponer ciertas limitaciones, la realidad es que no existen límites generales a nuestra capacidad atencional. La habilidad de las personas para desarrollar destrezas especializadas es tan grande que tal vez nunca se puedan definir límites generales a la capacidad cognitiva. Pero, algunos investigadores consideran esta afirmación excesivamente general, y otros entienden que las mejoras descritas no deben ser sobredimensionadas.

Muchos trabajos concluyen que es especialmente difícil saber cuál de las tareas se ha automatizado, incluso que tal vez no sea automatización, sino capacidad para alternar eficazmente la atención entre las tareas. El coste por cambio de tarea podría enmascarse transmitiendo una apariencia de automaticidad por ejemplo almacenando las respuestas requeridas por ambas tareas en una especie de *buffer* o almacén. Entonces, los sujetos se limitarían a intercambiar recursos de procesamiento entre una y otra tarea.

Automaticidad y desempeño dual: Ha habido curiosidad por conocer los efectos de la automatización durante el desempeño de una tarea dual (localizar un *target* entre distractores, con dos condiciones diferentes: correspondencia consistente o variada). Los resultados de los estudios realizados mostraron que el desempeño en la tarea de correspondencia consistente (con supuesta automaticidad adquirida en una fase de práctica previa) fue inicialmente peor en la condición multitarea. Esto demuestra que una tarea automatizada en un **contexto** puede no estarlo en otro, siendo en ese último caso interferida por otra tarea.

7 – Ejecutando dos tareas a la vez: el periodo refractario psicológico

Para Broadbent (1956) la dificultad de realizar dos tareas de forma simultánea no se debe al hecho de presentar dos estímulos simultáneos, sino que la interferencia aparece cuando se debe seleccionar la respuesta apropiada.

1 – Definición y naturaleza del periodo refractario psicológico

El hecho de que alternar o cambiar entre tareas conlleva un coste indica que es difícil prepararse por completo para realizar con éxito dos tareas.

Para estudiar la ejecución de tareas simultáneas se ha desarrollado el **paradigma de la doble tarea o tarea dual (dual-task paradigm)**: el sujeto debe realizar dos tareas, cada una con sus correspondientes estímulos y respuestas que suelen pertenecer a modalidades sensoriales distintas y requerir sistemas efectores distintos respectivamente. Se presenta el E_1 y, antes de ejecutarse su respuesta (IMPORTANTE) le sigue un E_2 .

El TR ante el E_2 es mucho más elevado que el obtenido cuando la tarea correspondiente se realiza aisladamente. Este **enlentecimiento** de la respuesta ante el **segundo estímulo** se ha denominado **periodo**

refractorio psicológico (PRP) (Smith, 1967; Telford, 1931). Un factor importante que afecta a la magnitud del PRP es la **SOA** (asincronía o intervalo de tiempo que transcurre entre la presentación de los dos estímulos): una SOA corta genera un efecto PRP de mayor magnitud que una SOA larga.

Aunque inicialmente se pensaba que este efecto se debía a las propiedades refractarias de las neuronas, actualmente se considera que algunos procesos involucrados en la primera tarea deben finalizar antes de que los mismos procesos de la segunda tarea se inicien. La principal cuestión investigada es: cómo, dónde y por qué sucede esta limitación. La explicación más extendida se basa en la idea del **bottleneck** durante el procesamiento: sólo puede seleccionarse una única respuesta a la vez.

2 – El modelo de cuello de botella en la selección de respuesta

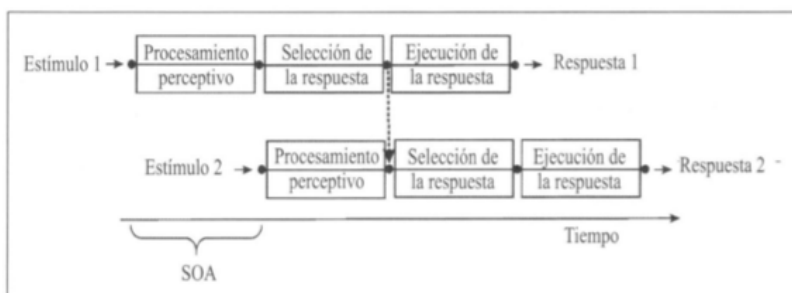
Como hemos visto, la mayoría de las explicaciones del PRP consideran la existencia de un estrechamiento o **cuello de botella**. Welford (1952) y Davis (1957) ubicaban este cuello de botella en el estadio de **selección de respuesta**. Los estímulos de ambas tareas pueden ser procesados en paralelo, pero la selección de la respuesta de la tarea 2 no puede ocurrir hasta que la respuesta de la tarea 1 haya sido seleccionada.

El efecto **PRP** disminuye progresivamente conforme se incrementa el intervalo entre la presentación de los estímulos (**SOA**). El modelo predice el TR de la tarea 2 a partir de la siguiente fórmula:

$$TR_2 = TR_{2i} + TR_1 - SOA$$

Donde TR_2 es el tiempo de reacción en la tarea 2, TR_{2i} es el tiempo de reacción de la tarea 2 ejecutada de forma aislada y TR_1 el tiempo de reacción en la tarea 1.

Representación del modelo:



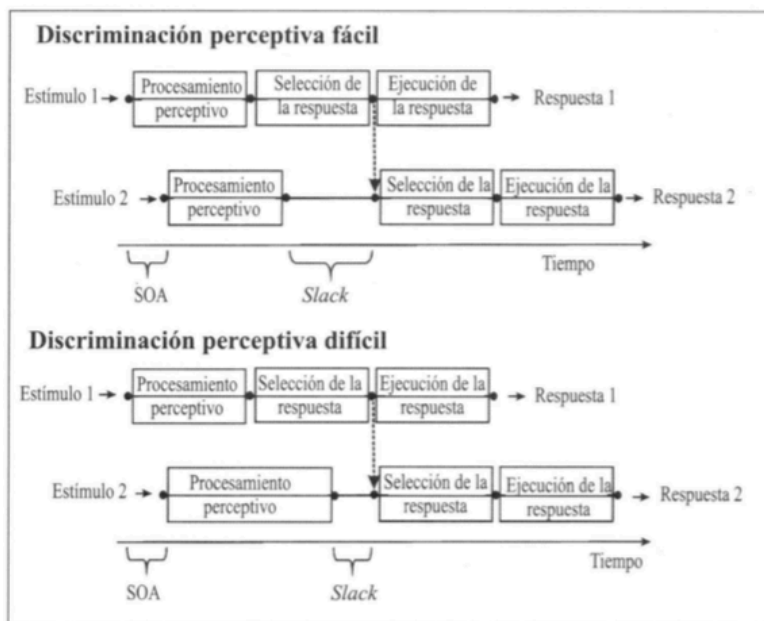
El modelo admite que el procesamiento de los estímulos y sus respuestas se puede ejecutar en paralelo. Pero, la selección de la respuesta en la tarea 2 no puede comenzar hasta que la selección de respuesta en la tarea 1 haya finalizado.

Un constructo importante del modelo es el de **inactividad (slack)** que puede definirse como el tiempo durante el cual parece detenerse el procesamiento de la tarea 2. Ese tiempo muerto aparece por la necesidad de tener que esperar a que el cuello de botella se libere y esté disponible. Aparece siempre que el tiempo que ocupa la tarea 1 en identificar el estímulo y seleccionar la respuesta sea más amplio que la SOA más el tiempo que ocupa identificar el estímulo en la tarea 2.

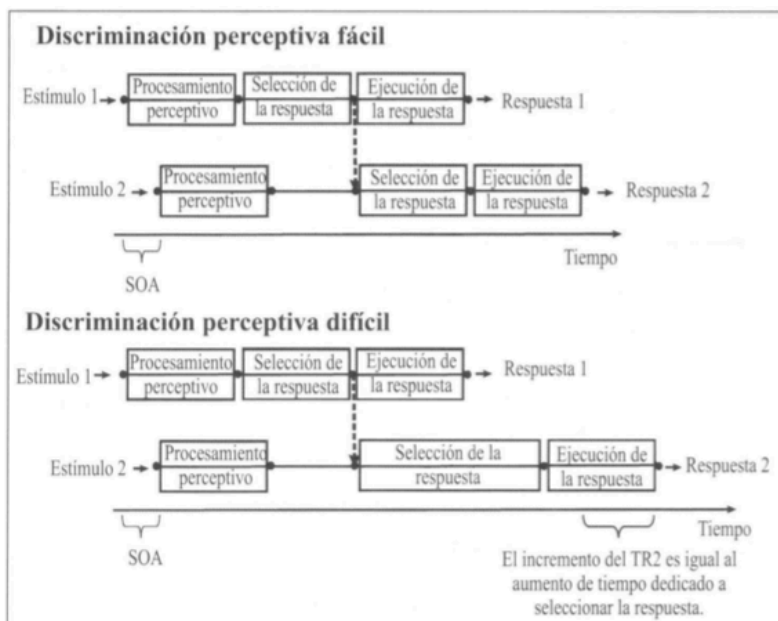
Este periodo puede repercutir sobre el TR_2 , dependiendo de qué fase de procesamiento se manipule:

- Si se incrementa la dificultad de la identificación del estímulo, la duración del estadio de procesamiento perceptivo se incrementará y ocupará el periodo *slack*.

Mientras no se consuma por completo el periodo *slack*, el TR_2 se mantendrá siempre constante.



Por el contrario, si se manipula la fase de selección de respuesta en la tarea 2, al no existir una fase *slack* posterior al estadio de selección de respuesta, el TR_2 sí se incrementará.



3 – Efectos de la práctica sobre el PRP

Si el PRP se debe a una restricción o limitación de nuestra capacidad de procesamiento, siempre debe aparecer y no debería poder eliminarse con la práctica prolongada.

Algunos estudios pioneros demostraron que el efecto se reduce cuando ambas tareas se practican reiteradamente y siempre que se mantenga constante la SOA. Parece, entonces, que la disminución por efecto de la práctica podrá deberse a una estrategia específica puesta en marcha por el sujeto para coordinar las

respuestas bajo intervalos temporales fijos y no tanto al desarrollo de una habilidad general para ejecutarlas en rápida sucesión.

Actualmente sabemos que el PRP persiste independientemente de la práctica prolongada y ante una variedad de estímulos, respuestas e intervalos SOA. Las reducciones a consecuencia de la práctica se deben principalmente a una **disminución de la duración del estadio de selección de respuesta en la tarea 1**, lo cual libera antes el cuello de botella.

En conclusión, bajo condiciones de doble tarea, el cuello de botella generado en la fase de selección de respuesta **no puede ser evitado**, incluso cuando ambas tareas son practicadas de forma exhaustiva.

4 – Alternativas al modelo de cuello de botella

A pesar de la evidencia a favor del cuello de botella estructural, algunos investigadores sostienen que los aspectos más distintivos del desempeño en situaciones de doble tarea son llevados a cabo de forma concurrente, en paralelo. Bajo determinadas condiciones, las operaciones de una tarea pueden ser **prioritarias** frente a las de la otra.

La explicación del PRP recurre a una arquitectura de procesamiento denominada **control interactivo del proceso ejecutivo (EPI, *executive-process interactive control*)**. El énfasis se pone en las funciones de control ejecutivo puestas en marcha por el sujeto: en cómo las personas programan temporalmente las tareas, distribuyen los recursos perceptivo-motores y coordinan cada uno de los procesos. Por lo tanto la presencia del PRP se debe a una estrategia particular de programación de ambas tareas: se prioriza la tarea 1 y se demora la tarea 2.

Este marco teórico se ha utilizado para explicar gran cantidad de resultados. Sin embargo, el problema que tiene es que permite elaborar multitud de modelos alternativos muy particulares que contemplan numerosos parámetros dificultando la formulación y comprobación de predicciones concretas.

La diferencia esencial entre los partidarios de uno u otro modelo explicativo no es tanto defender o refutar la necesidad de un procesamiento serial de las dos tareas en un momento determinado, sino explicar el **origen** de esta actividad serial: como limitación inherente de nuestra propia arquitectura de procesamiento, o como estrategia que el sujeto adopta para cumplir con las instrucciones de la tarea.

7 ATENCIÓN Y MEMORIA

1 – Introducción

Numerosos descubrimientos en el ámbito de la atención se relacionan de forma directa o indirecta con la memoria. En este tema se vinculará la investigación sobre memoria con la existente sobre atención, examinando las situaciones donde se requieren la una a la otra.

2 – Memoria sensorial

La información percibida brevemente se almacena, inicialmente, en un sistema de memoria específico para cada modalidad. Sobre este almacén sensorial la atención selecciona la información relevante para nuestros intereses.

1 – Memoria icónica

Informe total e informe parcial: Sperling (1960)

- **Informe total:** procedimiento en el que el sujeto debe recordar la mayor cantidad posible de ítems, de entre el total de los expuestos. Oscila en torno a las 4 o 5 letras.
- **Informe parcial:** procedimiento en el cual se realiza una breve presentación de los ítems y posteriormente se le indica a los sujetos recordar sólo una determinada fila o conjunto. La proporción de recuerdo obtenida es más elevada en el informe parcial, efecto que se denomina **efecto de superioridad o ventaja del informe parcial sobre el total**.

Estos hallazgos muestran que todos los ítems se almacenan en algún tipo de memoria visual, memoria que permanece activa en el momento de presentarse la señal. Cuando se demoraba la presentación de la señal en el informe parcial, el recuerdo del sujeto disminuía progresivamente. Esto indica que la **vida media** del almacén de memoria visual que registra los ítems es **inferior a 1 segundo**.

Los descubrimientos apuntan a que todos los ítems expuestos en una presentación estimular breve se almacenan en un tipo de almacén sensorial con una duración de aproximadamente unos 800 ms. Este almacén se ha denominado **memoria icónica** (Neisser, 1967).

La eficacia atencional de las diversas señales: El informe parcial también sirve para comprobar la eficacia de la señal para dirigir la atención. Si la señal es eficaz aparece ventaja porque la información transmitida por dicha señal está representada en la memoria icónica. Por ejemplo, las señales de **posición** son eficaces. Otras señales cuya utilidad se ha explorado son el **color** o **brillo**, que también son adecuadas para generar un efecto de superioridad.

Estudios que han explorado el uso de la **categoría de los ítems** como señal son contradictorios: la selección por categoría sólo parece ser efectiva cuando los sujetos saben por adelantado qué categoría debe ser reportada.

2 – Memoria ecoica

Numerosos estudios apuntan a semejanzas importantes entre la memoria sensorial visual y auditiva. El procedimiento de informe parcial de Sperling (1960) se ha replicado a la modalidad auditiva mediante el **paradigma del hombre de los cuatro oídos** consistente en cuatro series de letras emitidas a una tasa de dos por segundo, cada serie emitida desde un altavoz ubicado en diferentes localizaciones: delante, detrás, derecha e izquierda.

También en este aspecto se ha encontrado un efecto de superioridad del informe parcial, aunque de menor magnitud que el visual. Puede deberse a la naturaleza de la señal empleada; tal vez la señal de localización espacial no sea tan eficaz para seleccionar la información.

Analizando los efectos de **demorar la presentación de la señal** se ha observado que la ventaja del informe parcial puede abarcar hasta los 5 segundos (más que en la modalidad visual).

En conclusión, hay numerosa evidencia favorable a la existencia de sistemas de memoria sensorial que representan y mantienen, muy brevemente, la información generada durante los momentos más tempranos del procesamiento. Se caracterizan por su gran capacidad, a costa de una breve duración.

3 – Memoria operativa

La **memoria operativa**, utilizada a menudo como sinónimo de “memoria a corto plazo” es un sistema de memoria que mantiene activa la información relevante para alcanzar nuestras metas inmediatas y planificar nuestras actividades. Se diferencia de la memoria sensorial en que va más allá del simple almacenamiento pasivo de la información. Se diferencia también de la “memoria a largo plazo” que es un sistema de memoria relativamente permanente que alberga nuestro conocimiento del mundo, de hechos y experiencias.

El modelo original propuesto por Baddeley (1998) contempla 3 componentes:

- **Ejecutivo central:** controlador atencional multipropósito que supervisa y coordina el trabajo de los dos sistemas esclavos
- **Sistemas esclavos:**
 - **Bucle fonológico:** manipula y almacena información fonética
 - **Agenda visoespacial:** manipula y almacena información visual

*El modelo ha evolucionado y se ha introducido un nuevo componente: el **buffer episódico**

1 – El bucle fonológico o memoria operativa verbal

El **bucle fonológico o memoria operativa verbal** maneja información fonética. Su misión se ha explorado mediante el **paradigma de tarea dual**:

- Tarea primaria: el bucle se carga con palabras que tienen que ser recordadas
- Tarea secundaria: por ejemplo, una tarea aritmética

Esta metodología de **carga simultánea** permite saber si la ocupación de la memoria operativa verbal afecta al rendimiento de la tarea secundaria, hecho que significaría que ambas tareas comparten los mismos recursos atencionales.

A pesar de la carga del bucle, las personas pueden, aunque con peor rendimiento, operar con la información en una tarea secundaria. Esto indica que, aun siendo un sistema crítico para mantener y manipular la información verbal, el bucle fonológico es solamente una parte del sistema de la memoria operativa. Las conductas complejas dependen también de la puesta en marcha de **estrategias atencionales**, como repetir encubiertamente la información a recordar. Con la práctica disminuye la frecuencia de repetición liberando recursos atencionales para la tarea secundaria.

2 – La agenda visoespacial o memoria operativa visoespacial

No toda la información que recibimos puede ser representada en código fonológico. Las tareas visuales permiten demostrar la actuación de la memoria operativa visoespacial.

Investigando las relaciones existentes entre **memoria operativa visoespacial** y **atención selectiva espacial** se ha llegado a la conclusión de que los mecanismos utilizados para mantener una representación activa en la memoria visual son los mismos que se utilizan para atender selectivamente a regiones espaciales. Así, atender a un estímulo en una posición hace que esta posición se quede registrada en la agenda visoespacial, y cualquier respuesta posterior sobre esta posición será más rápida.

Esta estrecha correspondencia se ratifica también con trabajos de imágenes cerebrales y actividad eléctrica cerebral:

- Neuroimagen: alto grado de solapamiento entre las áreas involucradas respectivas
- ERP: atender o recordar localizaciones espaciales incrementa la amplitud de N1 y P1, siempre que aparezca un estímulo en esa localización.

3 – El ejecutivo central

El **ejecutivo central** de la memoria operativa es parte responsable de **seleccionar y mantener** las **estrategias** de actuación ante una tarea.

Ejecutivo central y control cognitivo: la mayor parte de la investigación se ha realizado con pacientes con daños en el lóbulo frontal que exhibe conductas desorganizadas. Pero también las personas sanas pueden mostrar síntomas que denotan un control cognitivo escaso, sobre todo cuando el componente ejecutivo está centrado en una tarea secundaria concurrente.

Humphreys, Ford y Francis (2000) obligaron a los sujetos de su trabajo a realizar una tarea familiar cotidiana de varias etapas (envolver un regalo o preparar un té) y analizaban la influencia de una tarea simultánea sobre esa acción. Diseñaron dos condiciones:

- Condición **TMT**: se cargó la memoria operativa de los sujetos con una versión modificada del **Trail Making Test**. A partir de un par de elementos formados por una letra y un número los sujetos debían controlar el orden del alfabeto y contar (B8, C9, D10, ...). Esto exige la participación de la memoria operativa verbal y la del ejecutivo central (seguir la secuencia correcta)
- Condición de **supresión articulatoria**: los sujetos debían repetir en voz alta el vocablo “the” lo más rápidamente posible para mantener ocupada solo la memoria operativa verbal.

Las diferencias entre ambas condiciones servían para explorar la influencia del control ejecutivo durante la realización de las tareas familiares. Los participantes de la condición TMT cometieron más errores, mayoritariamente omitiendo algún paso de la tarea cotidiana.

Los pacientes con daño en el lóbulo frontal cometían todavía más errores: añadir pasos innecesarios, reiterar acciones o exhibir errores espaciales o semánticos. A diferencia de los pacientes los sujetos sanos corregían las acciones erróneas de forma inmediata. La mayor parte de los fallos sucedían después de haber incurrido en un error en el TMT. La **correlación** encontrada entre los errores cometidos en las dos tareas sugiere que el ejecutivo central está involucrado en la realización de tareas multietapa.

4 – Atención y recuperación de la información

Cowan (1998, 1995) elaboró un elegante modelo de memoria operativa que incorpora la atención como mecanismo de selección y recuperación de la información. Distingue entre las capacidades de:

- **Activar los ítems:** propia de la memoria a corto plazo
- **Atender a los ítems:** propia de la memoria operativa

En la escucha dicótica, la información transmitida en ambos mensajes corresponde a la información activada en la memoria, pero solo un mensaje es captado por el foco atencional. Un cambio en las propiedades físicas del estímulo puede dirigir nuestro foco atencional hacia otra zona diferente del sistema de memoria activado.

5 – Atención y consolidación en la memoria

Los procesos cognitivos responsables de consolidar en la memoria la información del ambiente operan muy rápidamente. Inician con la recepción de información perceptiva (presentación estimular) y se completan durante el primer segundo tras la presentación.

El procedimiento de “**presentación rápida de series visuales**” (**PRSV**) ha mostrado que con una presentación de unos 100 ms es suficiente para identificar palabras o imágenes.

1 – Parpadeo atencional

La **PRSV** es una técnica que permite investigar el papel de la atención durante el procesamiento de la información visual presentada brevemente. Las tareas pueden ser:

- De **detección**: indicar si un determinado ítem ha sido presentado en la serie (una X negra)
- De **identificación**: reconocer ítems concretos (palabras escritas en blanco)

Un hallazgo curioso es que, utilizando dos *targets* en la misma serie, los observadores fallan en detectar el segundo *target* si aparece dentro de un intervalo de medio segundo una vez expuesto el primero. Esto ha dado lugar a amplia investigación experimental.

En los experimentos se presentan dos *targets* (T1 y T2) dispuestos entre una serie de distractores que median entre ambos. El número de distractores es manipulable para variar el intervalo temporal que se describe mediante posiciones:

- T1 corresponde a la posición 0
- Posición +1 significa que el T2 es el ítem inmediatamente posterior
- Posición +2 significa que se ubica a dos posiciones, es decir, media un ítem distractor entre ambos

El resultado típico es un buen desempeño cuando se trata de detectar un único *target*. Pero, cuando se emplean dos *targets*, la detección de T2 se puede ver seriamente afectada, y el rendimiento depende de la posición que ocupe:

- Detección muy buena cuando T1 y T2 coinciden (mismo estímulo)
- Detección relativamente buena cuando T2 está en la posición +1
- A partir de ahí, la detección empeora progresivamente en las posiciones +2 y +3
- Posteriormente el rendimiento comienza a mejorar progresivamente
- En posiciones +7 y +8 el rendimiento es similar a cuando T2 es el único *target* a detectar

Este deterioro transitorio progresivo no parece deberse a limitaciones perceptivas sino al **parpadeo atencional**: el procesamiento de T1 genera una especie de **incapacidad transitoria**, de entre 200-500 ms, para atender a T2.

El modelo de los dos estadios: el **parpadeo atencional (PA)** es un fenómeno muy robusto. Sus modelos explicativos son consistentes con las propuestas atencionales de la selección tardía. El modelo de PA de Chun y Potter (1995) explica, de forma parsimoniosa, la mayor parte de los resultados descritos.

Este modelo contempla la existencia de dos estadios o fases diferentes responsables del fenómeno:

- **Primer estadio de procesamiento**: los ítems presentados en una secuencia PRSV son identificados y categorizados en una memoria temporal. Este proceso es rápido y no presenta limitaciones atencionales, pero la memoria temporal decae rápidamente por lo que un procesamiento adicional tiene que posibilitar la consolidación de los ítems relevantes
- **Segundo estadio de procesamiento**: actúa a modo de cuello de botella recurriendo a nuestra limitada capacidad atencional. Solo los ítems relevantes (T1 y T2) son seleccionados para consolidarse. Sin embargo, cuando un ítem previo (T1) se está procesando en ese estadio de capacidad limitada, el acceso de un nuevo ítem (T2) debe esperar. Durante esa espera, la representación temporal puede decaer y ser sobrescrita por la nueva información (distractores posteriores a T2).

El beneficio de la posición +1: hace referencia al buen rendimiento que se obtiene cuando el segundo *target* aparece en la posición +1, y también puede explicarse desde el modelo de los dos estadios.

El mecanismo de selección y acceso del primer *target* al segundo estado es un tanto lento, y actúa como una “puerta” atencional que se abre rápidamente cuando detecta T1, pero cuyo cierre precisa unos 150-200 ms. De esa manera el ítem que le sigue consigue colarse en ese segundo estadio, y la detección de T2 no se ve afectada. Sin embargo, si es un distractor el que sigue a T1, el T2 llega después de que se haya cerrado.

La mejora progresiva en la detección del T2 conforme se incrementan las posiciones indica que las probabilidades de acceder al segundo estadio se hacen mayores conforme transcurre el tiempo.

Conclusiones: informar sobre un ítem presentado en una serie PRSV requiere la identificación, selección y también la consolidación en la memoria. El fenómeno del PA refleja la limitación existente cuando la información debe consolidarse y pone de manifiesto la presencia de un **cuello de botella**, de tal manera que ningún ítem nuevo se puede consolidar mientras lo esté haciendo un ítem previo.

El modelo de los dos estadios es refrendado también por registros de **potenciales evocados**. Estos muestran que los análisis sensorial y semántico del segundo *target* proceden sin impedimento alguno durante el periodo de PA, pero las operaciones de consolidación en memoria operativa se ven afectadas.

2 – Ceguera para el cambio

A pesar de que los *inputs* que afectan a nuestros sentidos cambian continuamente, nuestra percepción subjetiva del mundo es continua y estable. Se han descubierto fallos en nuestra capacidad para detectar cambios o modificaciones.

La **ceguera para el cambio** o **fallo para detectar las modificaciones del ambiente visual** se puede observar en numerosas tareas. Para estudiarla se presentan dos imágenes iguales a excepción de un detalle, y los sujetos deben detectar la diferencia existente. Es importante que las dos imágenes estén separadas por un evento visual alternativo o por una máscara.

El supuesto crítico de los estudios sobre este fenómeno apunta a que la detección del cambio sólo será posible si el elemento cambiante estaba dentro del foco atencional en el momento de pasar de una a otra imagen.

La **técnica del parpadeo** o **flicker** es la técnica habitual para estudiar la detección del cambio. En ella la secuencia de presentación de las imágenes se repite reiteradamente (parpadeo), hasta que los sujetos detecten el cambio y lo comuniquen.

Rara vez las personas detectan el cambio durante el primer ciclo de presentación. La rapidez en la detección depende de la ubicación del objeto que se ha alterado, de tal manera que si este objeto forma parte del centro de interés de la escena se detecta más rápidamente. Pero, incluso en condiciones en las que la persona parece atender a un objeto, la detección del cambio puede resultar problemática. Simons y Levin (1998) describen este efecto en condiciones de la vida real con su trabajo "**The door study**".

Aunque el fenómeno todavía no es bien comprendido, parece ser que nuestras limitaciones atencionales restringen la cantidad de detalles que podemos percibir en una escena. Entonces, los detalles no atendidos no se consolidan en la memoria dificultando la comparación entre dos escenas sucesivas.

6 – Revisitando el modelo de cuello de botella

El cuello de botella durante la consolidación de la información: el proceso que asegura el almacenamiento y recuperación inmediata de una información se llama **consolidación a corto plazo** y también puede verse afectado por el cuello de botella de capacidad limitada.

En un experimento se combinan dos tareas:

- **Memoria:** una o 3 letras para recordar, o bien uno o tres dígitos que no deben ser recordados
- **TR ante un tono:** indicar si es alto o bajo

Se presenta la tarea de memoria y tras un SOA variable (350-1600 ms) se emite el tono. Al finalizar el ensayo, los participantes deben recordar las letras.

Con SOA cortas de 350 ms los TR ante el tono son muy elevados, lo cual indica que la selección de respuesta ante el tono debe esperar debido a la actuación de un proceso previo de consolidación de las letras en la memoria. Dado que comparten el mismo cuello de botella, dos operaciones no pueden llevarse a cabo simultáneamente.

El cuello de botella durante la recuperación de la información: parece que también la recuperación de la información depende del mismo cuello de botella. En un experimento de tarea dual se combinaron las siguientes tareas:

- Clasificar un tono como alto o bajo
- Recuerdo de palabras previamente expuestas

Las operaciones de recuerdo tuvieron que esperar hasta que la respuesta al tono se ejecutara. Las limitaciones del cuello de botella central se manifestaban cuando se precisaba una operación de recuperación de la información desde la memoria.

Sin embargo, algunos estudios demuestran que ese estrangulamiento puede ser sorteado. Ciertos hallazgos con doble tarea sugieren que algún tipo de recuperación de la información puede suceder en paralelo. Durante la fase de aprendizaje, los sujetos debían memorizar una lista previa de palabras. Después realizaban dos tareas en las que indicaban si los dos *targets* presentados (T1 y T2) pertenecían a la lista memorizada. Las respuestas mostraron un **efecto de congruencia entre targets**: las respuestas a T1 fueron más rápidas si ambos *targets* pertenecían a la lista a memorizar, o cuando ninguna pertenecía, pero no cuando uno sí formaba parte y el otro no. Este efecto aparecía en presentaciones simultáneas o SOA inferiores a 250 ms.

Este fenómeno indica la existencia de algún tipo de **comunicación cruzada** entre ambos *targets*, y no parece ser consistente con la actuación de un cuello de botella.

7 – Aprendizaje implícito

El **aprendizaje implícito** consiste en la adquisición de conocimientos o destrezas sin que exista una intención manifiesta. La persona que aprende no es consciente de sus propios progresos ni capaz de expresar lo aprendido. Se ha observado, incluso, en pacientes amnésicos.

Para estudiar el aprendizaje implícito se suele emplear la tarea de tiempo de reacción serial (SRTT) donde el sujeto debe presionar el pulsador correspondiente a la posición de aparición del estímulo. Se comparan dos condiciones:

- Condición aleatoria: la posición del estímulo varía aleatoriamente de ensayo a ensayo
- Condición de secuencia regular que puede ser predicha

El resultado es una mejora en el rendimiento en la condición de secuencia regular, a pesar de no haber sido informados sobre dicha secuencia establecida. Pero, muchos sujetos indican que sí llegan a ser conscientes de la misma.

Para comprobar que el aprendizaje implícito no requiere de la consciencia acerca de la secuencia, trabajos semejantes han reclutado pacientes con **Síndrome de Korsakoff** (amnesia elevada). Estos sujetos mostraban un aprendizaje de la secuencia regular comparable al de los sujetos sanos: cuantos más bloques de ensayos realizaban más rápido era su desempeño.

El aprendizaje implícito se produce aunque el sujeto no sea consciente, aunque aquellas personas con memoria intacta pueden llegar a manifestar verbalmente el conocimiento adquirido.

El papel de la atención en el aprendizaje implícito: una pregunta que se plantea es ¿puede existir aprendizaje de una tarea cuando se retira la atención de la misma hacia otra? Para averiguarlo se somete a los sujetos a una condición de tarea dual con una tarea principal y otra tarea secundaria distractora que acapara los recursos atencionales.

Como tarea principal se puede utilizar la SRTT con dos tipos de secuencias:

- Asociaciones regulares únicas
- Asociaciones predictivas complejas

Las asociaciones complejas nunca fueron aprendidas en condiciones de doble tarea, pero las regulares sí. Esto apunta a que el aprendizaje depende de dos procesos:

1. **Proceso asociativo automático**, que no precisa atención y que se limita a establecer vínculos entre ítems adyacentes
2. **Proceso de alto nivel**: que requiere atención y elabora códigos jerárquicos basados en el agrupamiento de elementos de la secuencia

Gracias a los procesos asociativos automáticos que actúan al margen de la atención es posible aprender de forma implícita regularidades en una serie. Pero, el aprendizaje más complejo que afecta a facetas episódicas, personales del individuo, o a relaciones predictivas, requiere atención.

8 – Atención, destreza y memoria

La atención es necesaria para aprender una conducta, pero no cuando esa conducta se ha convertido en destreza gracias a la práctica y se ha automatizado.

Procesamiento automático vs controlado: los partidarios de la dicotomía entienden que:

- Un **proceso automático** es aquel que:
 - o Está dirigido por el estímulo y no supeditado al control intencional
 - o Una vez iniciado no puede detenerse
 - o Ni interfiere ni tampoco es interferido por otros procesos

Según Posner y Snyder (1975) ocurren sin intención voluntaria, sin conocimiento consciente de los mismos y sin interferencia sobre otra actividad mental.

- Un **procesamiento controlado** es relativamente lento, requiere esfuerzo mental y la persona es consciente de las acciones realizadas.

Para explorar los modos de procesamiento controlado y automático se utiliza el **paradigma de búsqueda en memoria**: los sujetos deben indicar si uno o más *targets* expuestos previamente (memory set) aparecen en una presentación visual posterior (marco). La matriz estimular puede ser de dos condiciones:

- **Correspondencia consistente**: el conjunto de memoria siempre formado por números, y los distractores del marco siempre son letras
- **Correspondencia variada**: tanto *targets* como distractores son letras

En la condición de correspondencia consistente, siempre que aparecía un dígito se sabía que era un *target*, de manera que el sujeto realizaba la detección del *target* automáticamente.

La teoría de los ejemplos: una de las teorías más influyentes sobre la adquisición de destrezas es la **teoría de la automaticidad basada en ejemplos** de Logan (1998). Un **ejemplo** es un episodio en el que la atención se dirige a una información relevante, con el resultado de que esta información se codifica en la memoria. Con la práctica el número de ejemplos recopilados se incrementa, lo que permite recuperar más fácilmente la información relevante. Se entiende así que la **automaticidad** es debida a la acumulación progresiva de **ejemplos** que facilitan la recuperación de la información.

El concepto de automaticidad de Logan difiere mucho al propuesto por Shiffrin y Schneider: el procesamiento es automático cuando la tarea se ejecuta mediante la recuperación almacenados. La atención sigue siendo

necesaria ya que es la responsable de seleccionar los indicios o claves relevantes que permiten recuperar ágilmente la información.

En el ámbito de la búsqueda visual numerosos investigadores prefieren hablar de **eficiencia** de la búsqueda. Otros rechazan entender la automaticidad como un modo opuesto al controlado, y la describen como un fenómeno que surge cuando convergen una serie de condiciones, tales como un *input* estimular y una destreza que determina la ejecución de una acción adecuada.

Las propuestas coinciden en que la atención desempeña un papel importante, incluso en tareas ante las que exhibimos un elevado nivel de pericia y, supuestamente, se han automatizado.

8 CARGA MENTAL, CONSCIENCIA SITUACIONAL Y ERROR HUMANO

1 – Introducción

En el estudio de la atención confluyen de forma sobresaliente la investigación básica y las necesidades aplicadas. Esto ha hecho que, durante los años cincuenta, la psicología de la atención se ubicase en una posición destacada dentro de la moderna psicología cognitiva. Gran parte del trabajo teórico sobre atención sigue hoy en día motivado por la obligación de resolver problemas prácticos cotidianos.

En los últimos cien años, la naturaleza del trabajo ha cambiado radicalmente: se ha reducido la demanda física impuesta al operador, pero a su vez las demandas cognitivas se han incrementado espectacularmente.

El concepto de **carga mental** (*mental workload*) alude a las demandas de procesamiento que impone la ejecución de una tarea cognitiva. Gopher y Donchin (1986) entienden esto como la diferencia existente entre la capacidad de procesamiento que requiere una tarea y la capacidad de procesamiento disponible en el operador.

2 – Carga mental y recursos de procesamiento

La definición de carga mental obliga a hablar del término **capacidad**. Para describir la carga mental habitualmente se utilizan los siguientes términos:

- **Esfuerzo**: término genérico que se refiere a la puesta en marcha de un esfuerzo físico consciente
- **Arousal**: disposición o nivel de activación necesario para realizar una tarea.
- **Recursos**: hipotéticas reservas de procesamiento que abarcan disposiciones sensoriales, motoras y cognitivas.

Podemos considerar que los **recursos** reflejan un nivel de **arousal** subyacente, y se materializan mediante un **esfuerzo** que se pone en marcha para ejecutar una actividad.

La experiencia de carga mental emerge solamente cuando nuestras capacidades son sometidas a una considerable demanda, al realizar tareas con **limitaciones energéticas**, **limitaciones estructurales** o con **escasez de recursos**.

1 – Arousal y carga mental: el modelo del recurso único

La relación entre carga mental y *arousal* ha sido objeto de análisis exhaustivo, por lo que muchas medidas clásicas de carga realmente son medidas de *arousal*. Al igual que se observa con la **ley de Yerkes-Dodson**, el desempeño en una tarea se beneficia si existe una cantidad moderada de carga mental. Por lo tanto, la meta del psicólogo consistirá en diseñar tareas o situaciones que requieran niveles moderados de carga mental.

El modelo energético de Kahneman: el concepto de **carga mental** tiene sus orígenes en el **modelo atencional del recurso unitario** muy relacionado con el *arousal*. Su máximo exponente es Kahneman (1973). Según este modelo, el nivel de *arousal* de un individuo determina la capacidad o energía atencional disponible para afrontar las diferentes actividades, como si se trata de un conjunto único de recursos genéricos limitados que debe distribuirse entre cada tarea. Si las demandas de la tarea exceden los recursos disponibles se realizará una **política de asignación o distribución de recursos**, estableciendo prioridades entre las tareas.

Esta **política de asignación** contempla la presencia de una especie de **mecanismo comparador** que evalúa los recursos disponibles en función de las actividades que se deben realizar. La necesidad de este proceso de distribución se hace evidente en situaciones complejas o peligrosas. Entonces el desempeño de una tarea debe ser **protegido** de distorsiones producidas por el ambiente, lo cual genera los sentimientos de carga o fatiga.

Detectando la carga mental del operador: la **protección del desempeño** impide la manifestación de errores en la tarea principal por efecto de la carga mental. Entonces diversas maneras de evaluar la carga a la que es sometido el operador son:

- **Costes compensatorios:** como incremento en la actividad simpática, sentimientos subjetivos de esfuerzo y tensión psicológica manifestados por el sujeto. Las personas que cometen más errores en condiciones estresantes exhiben menos costes compensatorios.
- **Ajuste de estrategias** para proteger el desempeño: cuando las demandas son elevadas, las personas optarán por utilizar estrategias que impliquen menos esfuerzo. Un ejemplo es el **estrechamiento atencional**: tendencia que exhiben algunos individuos, bajo condiciones de alto estrés, a restringir de forma inapropiada su atención a un limitado y pequeño conjunto de fuentes de información del total disponible.
- **Posefectos de la fatiga:** tras haber ejecutado una tarea estresante o ardua que ha impuesto alta carga, las personas tienden a utilizar estrategias de bajo coste para realizar otras tareas.

2 – El modelo de los recursos múltiples

Algunos descubrimientos no encajan con el modelo del recurso unitario, como el hecho de que tareas de idéntica dificultad pueden ejercer diferentes efectos sobre una tercera tarea: una de ellas puede interferir, pero no la otra. Esto sugiere que las tareas pueden estar utilizando **recursos múltiples de diferente naturaleza**.

Muchas técnicas para la evaluación de la carga mental se aproximan más a esa concepción que a la del recurso unitario. El **enfoque de los recursos múltiples** propone que diferentes tipos de tareas pueden utilizar recursos independientes de diferente naturaleza, que disponen a su vez de sus propias reservas de capacidad.

Wickens (1980, 1984) propone la existencia de recursos separados para cada estadio básico de procesamiento (perceptivo, procesamiento central y respuesta), distintos tipos de procesamiento (espacial y verbal), modalidades sensoriales (visual y auditiva) y de respuestas (manual, vocal).

Aunque este modelo es inadecuado para explicar la atención, puede servir como un marco de trabajo útil para predecir el desempeño de un operador ante tareas complejas o para predecir la capacidad de *time-sharing*. El modelo predice la existencia de una adecuada distribución de tiempos entre tareas si cada una de ellas utiliza recursos distintos. En ese caso, incrementar las demandas de una tarea influirá poco sobre el desempeño en la otra.

3 – Estrategias de procesamiento

El ajuste de estrategias sirve como indicador de carga y protege el desempeño. En tareas complejas con altas demandas de procesamiento, las personas programados y ejecutamos los diversos componentes recurriendo a estrategias diversas que pueden diferir de una persona a otra y de una situación a otra.

Un parámetro que ejerce gran influencia sobre el tipo de estrategia seleccionado es el nivel de **destreza** que exhibe la persona. Las personas con elevada experiencia y destreza tienden a procesar la información de forma automática: rápidamente, en paralelo y sin esfuerzo aparente. Así quedan exentas de las limitaciones de un procesamiento controlado que depende de los recursos disponibles.

4 – Medidas de carga mental

Para decidir si la organización de una tarea o un ambiente es más adecuada que otra, es preciso evaluar la cantidad de carga ejercida por cada una de ellas. Se usan tres tipos de medidas: fisiológicas, conductuales y subjetivas.

1 – Medidas fisiológicas

Son los cambios en los sistemas fisiológicos como respuesta a las demandas impuestas por la tarea. Existen dos conjuntos genéricos:

Medidas de *arousal*: determinados sistemas fisiológicos relacionados con el *arousal* se activan siempre que las demandas requeridas por una tarea impongan mayor esfuerzo mental al operador:

- **Cambios en tamaño pupilar:** cuanto más elevadas con las demandas de la tarea, mayor es el tamaño de la pupila. Los cambios pupilares por esfuerzo cognitivo son de pequeña magnitud por lo que se requieren técnicas de medida muy precisa. El diámetro pupilar es sensible a una variedad de fuentes de carga mental: carga de memoria, tareas de clasificación y complejidad en la respuesta motora.
- **Cambios cardiovasculares:** aunque los incrementos de la frecuencia cardíaca correlacionan más con el esfuerzo físico, la **variabilidad de la frecuencia cardíaca** es un buen indicador de la carga mental. Conforme se incrementa el esfuerzo mental, uno de los componentes de la variabilidad de la frecuencia disminuye.

Medidas de la actividad cerebral: las modificaciones de la dificultad de la tarea y la prioridad otorgada a cada una pueden manifestarse a través de los diferentes componentes de los ERP. Los cambios de intensidad en la activación de los componentes muestran la competencia que se produce entre dos tareas concurrentes que deben compartir un conjunto limitado de recursos de procesamiento.

Un componente que parece estar claramente asociado con la carga mental es el **P3** o **P300**. Este componente exhibe mayor amplitud en el paradigma *oddball* al aparecer el estímulo discordante. Parece reflejar la cantidad de procesamiento y la actuación de mecanismos de actualización y consolidación en la memoria. Es un componente sensible a los procesos de evaluación del estímulo e indica la presencia de una demanda en la tarea que genera carga mental.

Los ERP son buenos indicadores de carga mental, incluso cuando el estímulo utilizado para causar el ERP es totalmente irrelevante para la tarea.

Bajo condiciones de alta carga en las que el operador está demasiado ocupado y no tiene recursos disponibles para ejecutar una respuesta, los ERP resultan muy efectivos como técnica de medida de la carga.

2 – Medidas conductuales del desempeño

Estas medidas se obtienen registrando la ejecución en una tarea. Para salvar el fenómeno de protección del desempeño se recurre a la metodología de doble tarea, donde se realiza una tarea secundaria a la vez que la tarea primaria y se analiza cómo se resiente la ejecución en cualquiera de ellas.

Como tarea secundaria se puede utilizar una tarea de TR simple: presionar un pulsador lo más rápidamente posible cuando se escuche un tono. La velocidad de respuesta depende de los recursos atencionales requeridos por la tarea primaria. El tono actúa a modo de estímulo sonda (*probe*) de la principal: permite explorar la carga mental impuesta por la tarea primaria en el momento de su aparición.

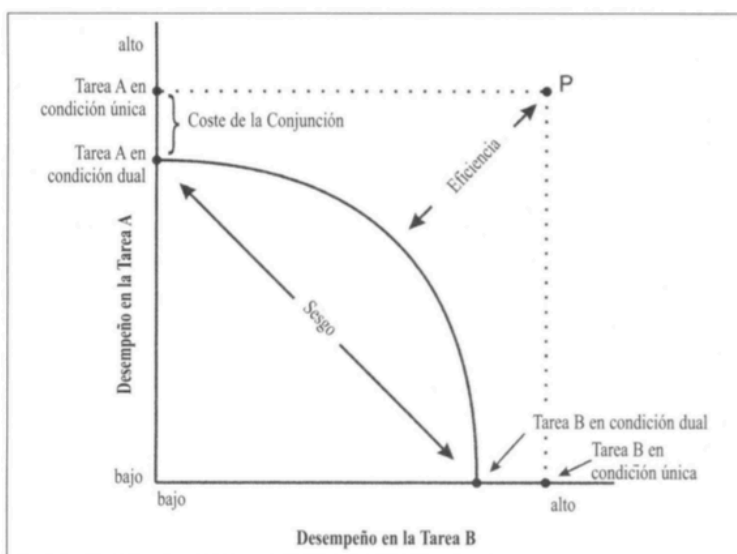
La lógica de la tarea secundaria: introducir una tarea secundaria supone incrementar la carga impuesta al operador en un determinado componente o momento de la tarea primaria. El propósito es, simplemente, consumir recursos de procesamiento que dejan de estar disponibles para afrontar cambios de dificultad en la tarea primaria. Esta sobrecarga en la capacidad de procesamiento se refleja en el desempeño de cualquiera de las dos tareas y no puede compensarse por el mero hecho de poner más empeño.

En ambientes complejos y críticos, la tarea secundaria puede que sea percibida como molesta e irrelevante, procurando de evitarla. Para evitar esto se puede utilizar **tareas secundarias imbricadas** (*embedded secondary tasks*). Éstas se perciben como algo inherente al ambiente del operador.

3 – Curvas POC

Las **curvas POC** (*performance operating characteristic; característica operativa del desempeño*) representan gráficamente hasta qué punto se pueden realizar dos tareas a la vez, comparando el desempeño obtenido en una tarea frente al obtenido en la otra.

Estas dos tareas compiten entre sí por conseguir el máximo de un conjunto limitado de recursos, y si las dos tareas pueden compartir tiempos de forma apropiada, el desempeño no se ve afectado. Esto se corresponde con el **punto de ejecución óptima (P)**. Generalmente, cuando se combinan dos tareas, el resultado es el deterioro en la ejecución de una de ellas como consecuencia de retirar recursos para asignarlos a la otra. Entonces, cada uno de los puntos de la curva POC indica cómo se han distribuido los recursos entre las dos tareas. La distancia entre esos puntos y el punto P refleja la eficiencia con la que se combinan ambas tareas.



Para obtener la curva primero se evalúa el desempeño por separado en cada una de las dos tareas y se obtiene así la puntuación del 100% (Tarea A o B en condición única). Posteriormente, se realizan ambas tareas a la vez y la ejecución obtenida se compara con la condición única.

Priorizando las tareas: mediante las instrucciones del experimentador se pueden priorizar una de las tareas frente a la otra, y con una adecuada retroalimentación y entrenamiento, el operador tenderá a obtener este desempeño diferencial. Si se quiere que la persona sea capaz de equilibrar su actuación y distribuir los recursos atencionales conforme a las instrucciones progresivas recibidas, entonces se necesitará un entrenamiento más exhaustivo sobre la naturaleza de la conducta que se ejecuta.

El entrenamiento en estrategias de priorización y distribución de la atención puede tener una influencia importante y duradera sobre el desempeño: mejora sustancialmente cuando se entrena al operador a utilizar estrategias de prioridad variable (priorice ahora la tarea A un 25%, ahora un 50% y ahora un 75%). Además, un entrenamiento bajo condiciones de priorización variable mejora la habilidad de las personas para evaluar sus propias capacidades atencionales y distribuirlas con elevada precisión.

4 – Medidas subjetivas

Las medidas más extendidas de carga mental se basan en que las personas son capaces de informar, con relativa precisión, de la cantidad de carga experimentada durante la tarea. Las medidas subjetivas son sencillas de implementar, no son intrusivas, el coste de su aplicación es relativamente bajo y tienen un alto grado de validez. Dos ejemplos son:

NASA-TLX: *National Aeronautic and Space Administration Task Load Index*: se trata de un cuestionario multidimensional formado por seis subescalas: demanda mental, demanda física, demanda temporal, desempeño, esfuerzo, nivel de frustración. Primeramente el operador realiza una tarea determinada y después cumplimenta cada una de las subescalas. En una fase posterior se le pide indicar la importancia relativa de cada subescala, lo que permite obtener una ponderación de los resultados de cada una por separado. Sin embargo, algunas investigaciones han demostrado que ponderar cada subescala por separado no incrementa la sensibilidad.

SWAT: *Subjective Workload Assessment Technique*: evalúa tres dimensiones de carga en función de su origen: **tiempo (T)**, **esfuerzo mental (E)** y **estrés psicológico (S)**. Cada dimensión puede valorarse recurriendo a tres niveles discretos: 1 (bajo), 2 (medio) y 3 (alto). Se obtienen así 27 posibilidades de combinaciones que son mostradas en tarjetas. En una primera fase el operador debe ordenarlas según le genere menos o más carga. En la segunda fase, aplicando técnicas psicométricas de escalamiento, se elabora una escala de carga mental individualizada que es la que se empleará para evaluar la tarea concreta.

Limitaciones de las medidas subjetivas: debido a que se basan en juicios personales, están sujetas al **sesgo personal** del operador. Los sujetos se ven influenciados tanto por el rango como por la frecuencia de los posibles estímulos de la tarea. La gente suele dividir el rango de estímulos en intervalos categoriales y utiliza todos ellos por igual. Por tanto, aunque la variabilidad entre los estímulos sea baja, los sujetos tienden a utilizar el rango total. Esto puede llevar a una sobreestimación o subestimación de la carga mental. Para evitar esto se realiza una fase previa de práctica donde se presenta el conjunto total de condiciones junto con instrucciones para aprender a utilizar los valores de la escala de respuesta.

Otro aspecto problemático surge con las **subescalas emocionales** ya que no se relacionan fácilmente con ninguna teoría existente sobre capacidad de procesamiento. Por ello, algunos creen que las medidas

unidimensionales son tan apropiadas o más que las multidimensionales. La revisión de la literatura ha concluido que las medidas unidimensionales pueden ser más sensibles para evaluar las demandas de una tarea. Una manera de mejorar la fiabilidad de las escalas multidimensionales es aplicar las subescalas una vez que los operadores conozcan todas las condiciones de la tarea. En definitiva, hace falta más investigación para dilucidar qué miden exactamente las escalas unidimensionales y su grado de precisión.

Una última limitaciones aparece en las condiciones de **doble tarea**: el desempeño se ve afectado tanto por los **recursos invertidos** como por la **competencia existente**. Sin embargo, las medidas subjetivas de carga solo contemplan los recursos invertidos. El requisito de compartir tiempos entre dos tareas parece afectar mas a la sensación subjetiva de carga que al desempeño real.

5 – Criterios para seleccionar medidas de carga

Los criterios para seleccionar cualquier instrumento de medida son:

- Que sea **fiable**: si las condiciones se mantienen constantes, la medida obtenida también debe serlo.
- Su **facilidad de uso**, por ello las medidas subjetivas son tan populares
- La **sensibilidad**: debe reflejar adecuadamente las variaciones de la carga impuesta por la tarea
- **Sensibilidad temporal**: el instrumento de medida debe reflejar los cambios progresivos de dificultad que se experimentan durante la ejecución de la tarea a lo largo del tiempo
- Un instrumento es **diagnóstico** cuando la medida obtenida no sólo refleja los cambios generales de carga mental, sino también la carga impuesta a cada una de las diversas capacidades cognitivas del operador. Esto resulta útil también en la ergonomía cognitiva pues permite adaptar un sistema de información en un ambiente de trabajo complejo a aquellos recursos que no están saturados.
- **Invasividad**: es la posible perturbación o alteración en el desempeño de una tarea como consecuencia de aplicar una técnica de medida de carga mental. Las **tareas imbricadas** por ejemplo no son nada invasivas.

Finalmente, la incorporación de una técnica para evaluar la carga mental debe ser aceptada por el operador.

5 – Consciencia situacional

Numerosas actividades de nuestra vida requieren que creemos un **modelo dinámico de la situación** que incluye la información cambiante y permite predecir alteraciones para adaptar nuestra conducta. El mantenimiento en activo de esta representación dinámica es la **consciencia situacional**.

Consiste en darnos cuenta y comprender la situación actual, su evolución temporal, adoptar las decisiones más apropiadas y las acciones más eficaces.

La consciencia situacional precisa de la **atención**, la **memoria operativa** y la **memoria a largo plazo**. Esencialmente, consiste en percatarnos de que estamos prestando atención a la información relevante que, a su vez, es interpretada y mantenida gracias a la actuación de la memoria operativa y de la memoria a largo plazo. Además, puede ser dissociada de la respuesta emitida, operando en un plano inconsciente.

1 – Consciencia situacional y memoria

Todos los elementos que atendemos pasan a formar parte de nuestra consciencia situacional, por lo que la **memoria operativa** desempeña un importante papel en su mantenimiento. En un experimento realizado con

simulaciones de conducción se empleó el número de colisiones como **medida de la consciencia situacional**, y a su vez una **medida de memoria** consistía en el recuerdo sobre un croquis del número exacto y la posición de los vehículos de la carretera. Este trabajo mostró altas correlaciones entre la prueba de memoria y el adecuado desempeño en la conducción. Esto sugiere que sólo la información a la que prestamos atención y de la que somos conscientes influirá en nuestra consciencia situacional.

La relación entre consciencia situacional y memoria es directa: la primera se debilita progresivamente conforme la memoria falla, y a la inversa.

Obviamente, la **memoria a largo plazo** resulta igualmente necesaria. Uno de los supuestos básicos del desempeño experto es que depende enormemente de la memoria a largo plazo: en ella almacena un repertorio de experiencias previas bajo condicionales análogas y un conocimiento abstracto de la tarea. Los expertos en diversas actividades exhiben capacidades que les permiten codificar rápidamente la información en la memoria a largo plazo y recuperarla muy eficazmente. Disponen de un **modelo mental** de la situación que permite dirigir la atención hacia los aspectos relevantes, facilitando la interpretación y almacenamiento de la información relevante.

Esto tiene su lado oscuro, pues puede pasar que se confíe de forma excesiva en un modelo mental pobre o inadecuado. Además, un alto grado de consciencia situacional en un ámbito determinado no necesariamente tiene que exhibir la misma buena consciencia situacional en otros contextos diferentes.

2 – Consciencia situacional y carga mental

Tanto una carga elevada como una carga muy baja afectan negativamente a la consciencia situacional. Sin embargo son constructos independientes. Alterar el diseño de un ambiente de trabajo para mejorar la consciencia situacional no necesariamente reduce la carga mental, y viceversa.

3 – Evaluación de la consciencia situacional

Para elegir las medidas adecuadas se siguen los mismos criterios descritos que para la medida de carga mental. Principalmente se trata de medidas subjetivas (autoinformes como la **SART, Situation Awareness Rating Technique**), conductuales y técnicas de sondeo de memoria.

Las **técnicas de sondeo de memoria** resultan muy sensibles para evaluar la consciencia de la situación, siempre que incorporen una amplia variedad de preguntas. Por ejemplo, la **SAGAT (Situation Awareness Global Assessment Technique)** se aplica en los periodos de pausa durante el desempeño de una tarea y se preguntan diversas cuestiones sobre la percepción de la situación experimentada. Esta medida precisa de un profundo análisis de la tarea para identificar las metas generales de una actividad particular, así como las submetas que permiten alcanzarlas.

4 – Mejorando la consciencia situacional

La incorporación de ciertos factores con finalidad de mejorar el desempeño pueden tener una influencia negativa sobre la consciencia situacional.

Un ámbito de investigación interesante tiene que ver con el mantenimiento de una consciencia situacional en **equipos colectivos de trabajo**, donde muchas tareas que se ven afectadas negativamente por la falta de

consciencia situacional dependen de los esfuerzos combinados de un equipo. Esta consciencia situacional del equipo depende de la existencia de un **modelo mental compartido** que permite a los miembros del equipo anticipar las acciones de los compañeros y disponer de un panorama preciso de la situación. Esto se puede conseguir mediante un **entrenamiento cruzado**, que otorga otros beneficios: mayor conocimiento del campo de los compañeros, mecanismos más eficientes de comunicación, reconocer condiciones de elevado estrés y adaptar la conducta a las mismas, anticipar la información requerida por los compañeros, ...

6 – El error humano

El error es algo inherente a la acción y los principios que lo gobiernan son los mismos que rigen la conducta experta. Reason (1979) fue de los primeros investigadores que describió sistemáticamente los errores denominados **lapsus o deslices de la acción** (*slip of action*). Se deben a que muchas conductas se ejecutan con cierto grado de automaticidad, sin control atencional conscientes. Esos lapsus de acción aparecen por la manera en la que se ha automatizado una acción determinada.

Aunque gran parte de nuestra conducta está bajo control consciente, numerosas acciones se ejecutan siguiendo **programas motores**: conjunto de órdenes musculares que se activan antes de realizar una acción, consiguiendo que nuestra conducta transcurra ajena al control. Estos comportamientos se ejecutan en **bucle abierto**, sin retroalimentación controladora o moldeadora. Las conductas emitidas bajo control consciente operan en **bucle cerrado**, ya que el control atencional cierra el bucle percepción-acción del procesamiento.

Reason (1979) categorizó los deslices de la acción conforme al tipo de fallo cometido en el procesamiento.

Los deslices de la acción suelen ocurrir durante la ejecución de comportamiento rutinarios muy practicados que operan bajo control de bucle abierto. Se deben a fallos atencionales: mantenemos el plan de acción equivocado, concentramos en exceso nuestra atención en elementos equivocados de un plan o del ambiente.

Ya Freud (1922) indicó que prestar demasiada atención a conductas rutinarias puede llegar a alterarlas, igual que prestar poca atención también puede generar errores.

1 – Inicio y mantenimiento de un plan de acción

El trabajo de Reason sobre los lapsus de la acción sirvió de fundamento para otros autores como Norman (1981) quien elaboró una teoría sobre cómo nuestra intención de ejecutar una acción se representa cognitivamente y dirige la conducta. Su teoría explica las acciones a partir de la activación de **esquemas**.

Un **esquema** es un procedimiento generalizado para realizar una acción, que abarca programas motores y reglas de selección de dichos programas (desencadenantes). Las acciones complejas están gobernadas por un esquema de alto nivel. Una vez activo este esquema padre, los esquemas de más bajo nivel se inician automáticamente. Así, el control atencional sólo va a ser necesario en determinados momentos críticos.

Como pueden ser varios los esquemas que se activen en un momento determinado, es necesario disponer de algún mecanismo atencional que decida cuál es el esquema más adecuado para la tarea en curso.

Deslices debidos a errores en la formación de intenciones:

Errores en el establecimiento de metas o en la cognición

- *Errores de forma*: errónea clasificación o interpretación de la situación
- *Errores de descripción*: ambigua o incompleta especificación de las intenciones

Deslices que resultan de una incorrecta activación de esquemas:

Deslices por activación no intencional (activación de esquemas que no son parte del plan de acción actual):

- *Errores de captura*: el control de la acción es capturado por un esquema mejor aprendido, aunque inadecuado para la situación
- *Activación dirigida por estímulos*: esquemas activados inadecuadamente por eventos externos
- *Activación asociativa*: activación inadecuada de un esquema por influencia del esquema actualmente activo

Pérdida de activación:

- Olvidar un propósito o intención (pero continuar realizando la acción)
- Ordenar erróneamente los componentes de una secuencia de acción
- Obviar ciertos pasos de una secuencia de acción
- Repetir pasos en una secuencia de acción

Deslices debidos a un fallo para desencadenar esquemas:

Falsos desencadenamientos: se desencadena el esquema adecuado aunque en un momento inapropiado:

- Trueque: inversión de los componentes del evento
- Mezcla: combinación de los componentes de dos o más esquemas que compiten entre sí
- Pensamientos que conducen a acciones: desencadenamientos de esquemas solo por el pensamiento, pero no ejecutados
- Desencadenamiento prematuro

Fallo en el desencadenamiento: el esquema adecuado no se desencadena debido a:

- Una acción es evitada por la existencia de esquemas que compiten
- Hay insuficiente activación debida al olvido o un nivel muy bajo de activación inicial
- La condición desencadenante no se ajusta debido a una insuficiente o carente especificación

Los esquemas sólidos y bien aprendidos permanecen latentes a la espera de que aparezca el conjunto de condiciones que lo activen. El control atencional actúa desde el momento en que tenemos la intención de ejecutar una conducta hasta la activación del esquema correspondiente, momento en el cual ya no es necesario. Este supuesto de que la atención no está involucrada en la ejecución de conductas rutinarias o expertas se refrenda con el hallazgo de que el control intencional de una conducta experta puede llegar, incluso, a deteriorar su desempeño.

2 – El dirimidor y el sistema atencional supervisor (SAS)

Norman y Shallice (1986) describieron un modelo para explicar cómo se activan los esquemas, dependiendo de la participación de dos sistemas diferentes: el **dirimidor de conflictos** y el **sistema atencional supervisor (SAS)**:

Dirimidor de conflictos: es un mecanismo abajo-arriba básico de control de los esquemas. Se trata de un proceso relativamente pasivo cuya finalidad es ordenar los esquemas almacenados en la memoria según su nivel de activación. Se basa en las conexiones excitatorias e inhibitorias que tienen los esquemas entre sí, y requiere de la presencia de **desencadenantes** para ponerlos en marcha. Por tanto, no sólo incluyen un programa motor sino también reglas que rigen su activación. Estos desencadenantes pueden explicar algunos lapsus de acción.

Sistema atencional supervisor (SAS): es un mecanismo de control arriba-abajo que modula la influencia del dirimidor de conflictos en situaciones en las que se debe realizar una acción más atípica. Cuando no existe un esquema definido que subyace en una acción concreta, el dirimidor no es capaz de dirigir la conducta por sí mismo. Entonces es necesario un control adicional de alto nivel. El SAS puede modificar la activación/inhibición de los esquemas, pero no puede seleccionarlos directamente.

El resultado de este sistema de control se suele denominar **atención**. La activación del SAS consiste en dirigir la atención hacia los esquemas relevantes. Si la activación atencional impuesta se elimina, la activación de un esquema vuelve a su valor propio. Es decir, si nos falla el SAS, perdemos de vista los objetivos y metas de la conducta, que dejan de ser atendidos, decayendo la activación de los esquemas relevantes que dirigían nuestro comportamiento.

Pero también cumple una función de **personificación de la voluntad**: es responsable de que evitemos una conducta tentadora, acciones aversivas, conductas no apropiadas o un mal hábito.

El control de la acción descrito por Norman y Shallice guarda estrecha correspondencia con la distinción entre procesamiento controlado y automático.

Cuando el SAS no funciona adecuadamente, como es el caso de lesiones en el córtex frontal, se pueden manifestar dos tipos de alteraciones:

- **Perseveración:** los esquemas más robustos permanecen activos demasiado tiempo y el sujeto es incapaz de cambiar la acción o meta actual por otra más apropiada
- **Conductas distraídas o desorganizadas:** varios esquemas alcanzan una activación similar y compiten por el control del comportamiento.