

Alejandro Vásquez Echeverría (editor)

Aguirre • Apud • Aznárez • Barg • Carboni • Curione • Elices
F. González • H. González • Huertas
Maiche • Martín • Moreira • Pires • Ruiz • Vásquez

Manual de introducción a la psicología cognitiva

Atención

ALEJANDRA CARBONI

GABRIEL BARG



Objetivos de aprendizaje

Al finalizar el estudio de este capítulo el estudiante será capaz de:

1. Definir el concepto de atención y conocer los principales hitos históricos para su estudio.
2. Conocer los principales modelos teóricos para el estudio de los procesos atencionales.
3. Reconocer los mecanismos de atención endógena y exógena.
4. Conocer los principales métodos y técnicas que se utilizan para el estudio de la atención.
5. Identificar las bases neurales que sostienen las redes atencionales.



Introducción

¿Por qué somos capaces de prestar atención a algunas cosas mientras ignoramos otras?, ¿por qué a veces es tan difícil mantenernos focalizados en una tarea y nos distraemos cuando algún estímulo aparece? ¿De qué manera puedo favorecer que me vean y presten atención los conductores cuando salgo a andar en bicicleta? La atención se encuentra presente en casi todos los dominios del pensamiento y de las emociones humanas. En este capítulo intentaremos comprender cuáles son los procesos atencionales que intervienen en cada una de estas situaciones, definir los conceptos vinculados a estos procesos y recorrer los principales modelos teóricos que dan explicación a los mismos.

Definición y concepto

Conceptos generales

En palabras de William James (1890):

Todos sabemos lo que es la atención. Consiste en tomar con la mente de forma clara y vívida uno de entre los múltiples estímulos o corrientes de pensamiento presentes simultáneamente para un individuo. Por tanto, focalización, concentración de la conciencia están en la esencia de este concepto.

Asimismo implica la retirada de algunas cosas para poder tratar otras de modo efectivo (pp. 403-404).

La atención juega un rol fundamental para la percepción, la cognición y la coordinación motora, ubicándose en la base de la cognición humana tanto por su importancia como por su relevancia como mediadora en otros procesos cognitivos.

La Enciclopedia de Ciencias Neurológicas (Novakovic-Agopian, 2003) define la atención como un proceso de control que permite al individuo seleccionar entre un número de alternativas, la tarea que ejecutará o el estímulo que procesará y la estrategia cognitiva que adoptará para llevar a cabo estas operaciones. En esta definición se encuentra contenido tanto el proceso de selección de estímulos como la idea de selección de planes de acción dirigidos al cumplimiento de las metas. A lo largo de la historia, los estudios sobre atención han dirigido su foco sobre distintos mecanismos atencionales, siendo esta operación tratada como filtro (Broadbent, 1958; Treisman y Geffen, 1967), como un conjunto de recursos (Shaw y Shaw, 1977), como redes de orientación, alerta y control voluntario (Posner, 1980), como foco (Eriksen y St. James, 1986; Tsal, 1983), entre otras.

Revisión histórica del concepto

Con la fundación del laboratorio de psicología de Wundt en la Universidad de Leipzig, también comienzan los estudios empíricos sobre la atención. Autores como Helmholtz, Wundt y Titchener ligan conceptualmente la atención a la percepción centrándose en su carácter selectivo. Para estos, la atención se define como una fuerza interna que facilita una mejor constancia de los objetos seleccionados del ambiente (Roselló, 1997). Con el surgimiento del funcionalismo, que tiene como principal representante a William James (1890), se propone que el rol principal de la atención es la selección de la información que será procesada por el individuo, destacando también la existencia de una estrecha relación entre atención y conciencia que permitiría el acceso a esta última únicamente de aquellos estímulos que sean relevantes para el sujeto.

En 1953, Colin Cherry (1953) describió el efecto *cocktail party*, que consiste en la habilidad para focalizar la atención en un único hablante situado en medio de una habitación con otras conversaciones y ruidos de fondo, ignorando los estímulos auditivos no relevantes. Cherry fue un pionero en el estudio sistemático de los mecanismos de atención selectiva, desarrollando también dos de los paradigmas fundamentales para la psicología experimental, el paradigma de escucha dicótica y el de sombreado. Sus investigaciones mostraron la importancia de los atributos físicos y semánticos (relativos al significado) de los estímulos, sentando la base para posteriores investigaciones sobre la atención. Más adelante se verán con detalle los principales paradigmas metodológicos en el estudio de la atención.

Broadbent, por su parte, propone un modelo que intenta explicar el fenómeno descrito por Cherry. Este autor sostiene que la atención selectiva opera a través de un filtro temprano en fases iniciales del procesamiento perceptivo, basándose en las características físicas de los estímulos (Broadbent, 1958). Investigaciones

posteriores demostraron que la selección de estímulos depende también de factores semánticos aparte de los físicos (Moray, 1959).

Treisman y Geffen (1967) proponen el modelo de filtro atenuado, realizando una revisión del modelo de Broadbent. En este modelo, la información se procesaría en dos fases, la primera, antes de pasar el filtro, en la cual se hace la extracción de rasgos (intensidad, tonalidad, etc.) y la segunda, después del filtro, en la cual se produce la clasificación semántica del estímulo. Para este autor, el filtro actuaría como un atenuador que delimita el análisis de la información. Posteriormente, las investigaciones centradas en el procesamiento visual realizaron nuevos aportes al modelo. Estos estudios propusieron la existencia de un primer nivel preatencional, en el que las características físicas del estímulo se procesarían en paralelo, y un segundo nivel atencional secuencial, en el cual se combinan las características físicas formando un objeto. La atención cumpliría entonces un rol esencialmente integrador.

Por otro lado, Deutsch y Deutsch (1963) propusieron un modelo de filtro tardío o poscategorial, en el cual la selección se realiza luego de que los estímulos sean analizados y justo antes de la emisión de la respuesta. Según este modelo, de todos los estímulos que llegan al sistema analizador, solo el seleccionado por el filtro es percibido por el sujeto. Esta selección dependerá de la pertinencia de los estímulos de acuerdo a la situación y el estado del organismo.

En la década de 1970 surgen los primeros modelos de atención libres de filtro, autores como Norman (1968) proponen que los estímulos pueden ser seleccionados en cualquier fase del proceso dependiendo de los recursos disponibles en cada momento. Posner y Boies (1971) describen la tipología de diferentes subsistemas atencionales, distinguen tres redes: *orientación*, *alerta* y *control* considerándolas en un inicio funcional y estructuralmente independientes. En esta década, desde la psicología cognitiva se proponen nuevos modelos para la atención, utilizando el foco como metáfora para explicar el funcionamiento de la atención selectiva espacial. Estos modelos postulan que la atención tiene características similares a las de una linterna cuyo foco de luz se desplaza por el campo visual de manera que la información que cae dentro de la región iluminada será fácilmente procesada mientras que la que cae fuera no lo sería (Eriksen y Eriksen, 1974). Durante este período también se desarrolla la investigación con potenciales evocados para determinar el correlato de la actividad eléctrica cerebral con determinados eventos, principalmente en el contexto de ejecución de tareas cognitivas (Hillyard, Hink, Schwenty, Picton, 1973).

Este hecho, junto al desarrollo durante la década de 1980 de otras técnicas neurofisiológicas como la tomografía por emisión de positrón (PET), la resonancia magnética funcional (RMf), la magnetoencefalografía (MEG), etc. permitió la integración de modelos cognitivos y neuroanatómicos. Años más tarde, Desimone y Duncan (1995) proponen que la atención visual es un efecto emergente de la competencia de los estímulos por los recursos neurales. En los últimos años la tecnología en neuroimagen se ha unido con la genética para realizar estudios exploratorios orientados a investigar de manera no invasiva genes que producen una variación en los niveles proteicos o la actividad bioquímica relacionada con la atención (Fan, Wu, Fossella y Posner, 2001).

Definición

La atención es un *proceso selectivo* que nos permite priorizar de la vasta cantidad de información recibida del medio algunos aspectos de la información que nos llega, e ignorar otros menos relevantes (Carrasco, 2011). Un ejemplo de ello lo debe estar experimentando el lector de este libro, ya que para la óptima comprensión del mismo es necesario que se centre en el texto y no en los estímulos del ambiente que podrían actuar como distractores.

Sumado a esto, la atención también implica la puesta en marcha de *mecanismos de distribución de recursos*, los cuales son necesarios en situaciones que exigen atender varios estímulos a la vez así como realizar acciones en forma simultánea o coordinada. Por ejemplo, al conducir debemos atender la ruta, el sonido del motor para realizar los cambios, mirar por los espejos retrovisores, etc., pero al mismo tiempo podemos mantener una conversación con nuestro acompañante (García-Sevilla, 2007).

Definimos atención, en términos generales, como un proceso que nos permite la selección de estímulos, la distribución de planes o estrategias de acción y, a su vez, mantener estos procesos en el tiempo.

Por último, los mecanismos atencionales también involucran los *procesos que permiten mantener y sostener una tarea en el tiempo*. Este mecanismo de atención sostenida se encuentra en permanente equilibrio con el mecanismo de selección, puesto que cuando las demandas de selección aumentan, la capacidad de sostener esa tarea en un período prolongado se vuelve más costosa y viceversa.

Modelos teóricos

Los problemas relacionados con la atención son sumamente intuitivos; fácilmente los podemos aplicar a nuestra vida cotidiana, por ejemplo, el fenómeno *cocktail party* (Cherry, 1953) descrito en la introducción del capítulo. Sin embargo, las propuestas teóricas para explicar estos problemas no lo son. Tal como sostiene la moderna filosofía de la ciencia, la formulación de las teorías científicas no es independiente de las técnicas con las que se mide la realidad a la que se refieren (Bunge, 2007). Desde los taquitoscopios (máquinas compuestas por poleas y compuertas que permitían controlar la presentación experimental de estímulos visuales tales como dibujos y números) de Wundt (1896) a los modelos computacionales de redes de conexión neuronal (McClelland y Rogers, 2003) ha pasado mucho tiempo y los modelos acerca de los distintos aspectos del funcionamiento de la mente han cambiado sustancialmente. No obstante, la mayoría de los modelos busca abordar los siguientes problemas: ¿la atención implica selección (un objeto y no otro) o elección (uno entre varios)? ¿Esa selección asume la forma de un foco o de un zoom? ¿La selección se produce a partir de los atributos de un objeto o del lugar (contexto) en que este se encuentra? ¿Cuál es la función adaptativa de la atención: contribuir a la percepción o contribuir a la acción? ¿Se puede atender sin ser consciente de lo que se está haciendo?

Para contestar estas preguntas se han construido distintos modelos teóricos de la atención. Al revisarlos en el apartado siguiente, estos serán agrupados en tres categorías. En primer lugar, los que priorizan la función selectiva de la atención más allá de la forma en que realicen la selección. En segundo lugar, los que tratan a la atención como una fuente de recursos que es necesario distribuir entre las distintas demandas ambientales. Y finalmente, los modelos que tratan de la influencia de la experiencia del sujeto que atiende, es decir, la interacción atención-memoria (ver Figura 3.1).

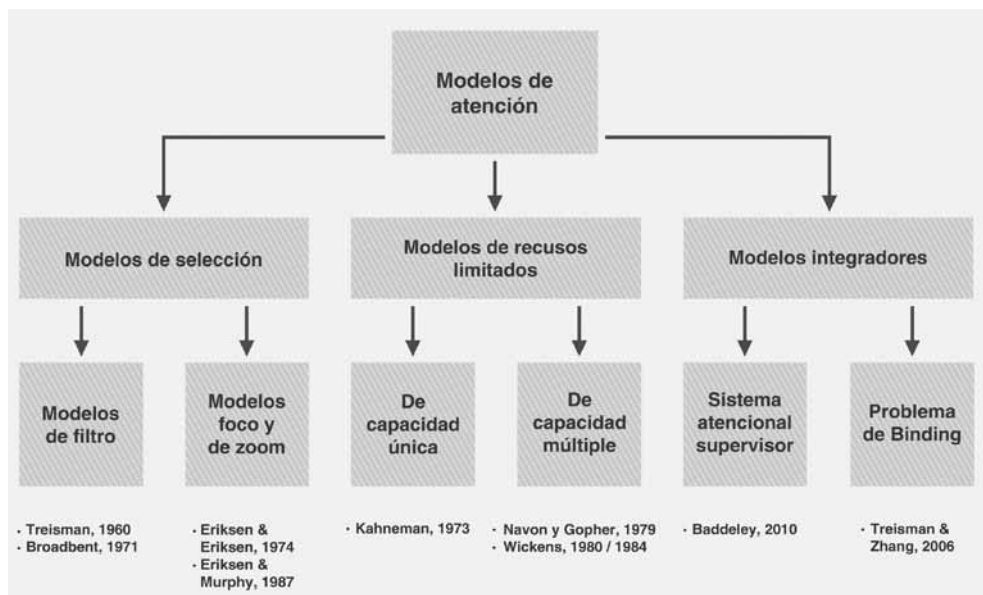


Figura 3.1. Modelos de atención

Modelos de selección

Atender a lo que oímos: Los primeros modelos

Siguiendo la sugerencia de James, los primeros modelos teóricos se basaron en el supuesto de que la atención es básicamente un proceso de selección de la información. La necesidad de mejorar el nivel de comunicación en la Segunda Guerra Mundial llevó a desarrollos formales (matemáticos) acerca de cómo se transmite y recibe la información (Teoría de la información de Shannon, 1948), qué sucede cuando el receptor debe procesar información proveniente de varios canales de comunicación, por ejemplo, del piloto de avión que debe controlar simultáneamente numerosos indicadores visuales, como agujas y medidores, junto con la información auditiva transmitida a través de los canales de radio y la percepción de lo que sucede en el mundo exterior (Styles, 1997). Antoine de Saint Exupéry, piloto de guerra de la aviación francesa en la Segunda Guerra Mundial, relata que un piloto en esa época debía controlar más de 100 indicadores de funcionamiento del avión, básicamente marcadores de aguja (De Saint Exupéry, 1963).

La psicología cognitiva buscó resolver este problema utilizando el paradigma experimental de la *escucha dicótica* (Cherry, 1953). Este consiste en presentar información simultánea y distinta a cada oído del sujeto a través de audífonos. Típicamente, en una tarea de atención selectiva se le pide al participante de un experimento que atienda al mensaje presentado en un oído e ignore el mensaje presentado en el otro. Para reforzar la selección del estímulo auditivo, frecuentemente la persona debía repetir en voz alta el mensaje atendido (tarea de sombreado o *speech shadowing task*). La elección de tareas auditivas para estudiar la atención fue una opción metodológica inteligente, considerando las condiciones con las que se contaba en la época. Los oídos no se pueden mover ni cerrar como sucede con los ojos y fácilmente se puede presentar información diferenciada para cada receptor. Esto hace que los aspectos sensoriales no incidan en la selección de la información y esta pueda atribuirse a procesos neurales y cognitivos (Broadbent, 1971).

Los resultados de estos estudios mostraron que cuando los mensajes presentados en cada oído poseen características físicas diferentes (voz masculina vs. voz femenina, volumen bajo vs. volumen alto) la tarea de selección se realiza más eficazmente (Broadbent, 1952, 1954). La ejecución también mejoraba si se le decía previamente al sujeto qué canal debía atender. Por otra parte, cuando se le pedía al sujeto que repitiera el mensaje atendido no existía casi registro del mensaje irrelevante. En los casos en que el sujeto podía recordar parte del mensaje irrelevante, no podía recuperar información sobre su significado ni distinguir el idioma en que era pronunciado (p. ej., inglés vs. alemán) sino solamente aspectos físicos (tono de voz femenino o masculino o aparición de pitidos) (Cherry, 1953). Moray (1959) comprobó que el sujeto mantenía un pobre registro del mensaje irrelevante aun si este era repetido 35 veces o se intercalaban números en pasajes de prosa.

Como mencionamos, el libro de Broadbent (1958) *Percepción y comunicación* no solo fue la postulación del primer modelo teórico sobre la atención sino que ofreció un marco de referencia para el estudio de la mente. Hasta ese entonces, las concepciones empiristas del conductismo dominante habían relegado el estudio de procesos psicológicos no observables directamente. Este autor concibe al aparato cognitivo como un dispositivo que recibe información del ambiente, la procesa y la envía al sistema de respuesta (paradigma de procesamiento de la información). En este dispositivo, el primer componente es el *almacén sensorial* que mantiene representaciones de los estímulos por un breve lapso de tiempo. Hoy esta instancia es más conocida como *memoria sensorial* y se verá con más detalle en el Capítulo 4. La memoria sensorial mantiene la información de forma rudimentaria y por muy pocos milisegundos, pudiendo procesar múltiples canales. Por otra parte, el sistema perceptivo, que utiliza condiciones de procesamiento mucho más complejas, posee una capacidad limitada. La forma de resolver esta inconsistencia es considerar la presencia de un filtro modelo tipo «cuello de botella». Si un mensaje supera el filtro, pasaría a las siguientes instancias de procesamiento y el resto de los mensajes que no lo superen se perderían.

El modelo de filtro de Broadbent (1958) se fundamenta en varios supuestos. En primer lugar, la selección se produce en base a las características físicas del estímulo (tono, ubicación espacial, etc). Segundo, el filtro se encuentra bajo control

consciente. La persona elige qué estímulo procesar y puede cambiar de un canal a otro. Este cambio consume tiempo durante el cual está restringido el procesamiento de la información. Broadbent interpreta el manejo de la atención en tareas múltiples como un cambio intermitente de canal, con costos en la ejecución general por la interrupción del procesamiento durante el tiempo de transferencia entre estímulos. Tercero, aquellos estímulos que pasan el filtro son procesados por el sistema perceptivo (Sistema—P) que proporciona insumos para la respuesta conductual (Payne y Wenger, 1998). Un elemento muy importante del modelo es que el filtro es concebido en términos de «todo o nada». Como fue mencionado, el estímulo seleccionado es procesado, mientras que el resto de información se pierde. Esto implica un cambio en el tipo de procesamiento de la información. Mientras que a la memoria sensorial llega la información en paralelo, después del filtro la información pasa secuencialmente al siguiente nivel de procesamiento. Por esta razón, se ha denominado al modelo de Broadbent como teoría de filtro «rígido» (Fernández-Abascal, Martín y Domínguez, 2010).

Este modelo significó un avance importante en la comprensión del fenómeno atencional, entre otras cosas, porque permitía generar predicciones contrastables empíricamente. Precisamente, los datos experimentales comenzaron a contradecir algunas de las premisas del modelo. En el estudio de Moray (1959), la información no atendida era sistemáticamente olvidada, salvo cuando ese mensaje era precedido por el nombre propio de la persona. Es decir, el contenido emocional de ese estímulo era capaz de atravesar la barrera atencional. Esto demuestra que el análisis requerido para seleccionar el estímulo no se basa exclusivamente en las características físicas del mismo sino que existe una decodificación semántica básica. Gray y Wedderburn (1960) diseñaron un experimento en que se presentaban categorías distintas de estímulos (palabras y números) mezclados en ambos oídos (el atendido y el irrelevante). Según el modelo de filtro rígido, el sujeto no podría reportar la totalidad de los estímulos perteneciente a una de las categorías, ya que parte de ellos se presentaron en el canal irrelevante. Sin embargo, los sujetos del experimento lograron reportar todos los estímulos de cada categoría y por separado (palabras por un lado y números por el otro). Estos resultados muestran que por un lado algunos mensajes irrelevantes son atendidos y, por otro, que no solo son procesadas sus características físicas sino también algunos aspectos del significado.

Otros estudios mostraron que cuando la persona que debe atender cambia de oído, la atención, por un momento, sigue los estímulos presentados en el canal irrelevante si estos se vinculan semánticamente con los que atendió anteriormente. También hay una interacción entre la información presentada en ambos canales. Si en un canal se presenta la lectura de una novela y en otro un artículo sobre bioquímica, la ejecución es muy superior que si en ambos canales se presenta el pasaje literario (Treisman, 1964a, b, c). Es decir que los estímulos presentados en el canal irrelevante no son bloqueados totalmente y que, además, hay una conexión significativa con los mismos.

Como vimos, Treisman (1960) revisó el modelo de Broadbent y propuso un modelo de filtro «atenuado», donde propone una primera selección basada en los atributos físicos del estímulo, que ocurre en los primeros estadios del procesamiento.

Sin embargo, y esta es la diferencia con el modelo anterior, el resto de los estímulos no son completamente desechados. Aquellos mensajes presentados en el canal irrelevante que guardan relación con el mensaje atendido también pasan el filtro e ingresan al sistema pero lo hacen de forma más atenuada y débil, en comparación con el mensaje principal.

Este nuevo concepto de filtro hizo más difícil ubicar la atención en una estructura conceptual única dentro del sistema cognitivo, lo cual dio origen al debate entre las teorías de filtro temprano y tardío (Styles, 1997). Las primeras ubican al filtro cercano al registro sensorial mientras que las segundas lo hacen más cerca del sistema de la respuesta conductual. Uno de los primeros modelos de filtro tardío es el de Deutsch y Deutsch (1963). En este modelo, toda la información sensorial es analizada, no hay un descarte inicial a este nivel. Cada unidad de información desencadena una serie de conexiones excitatorias e inhibitorias producto de las experiencias de aprendizaje previas de la persona. El resultado del balance entre ambos tipos de conexiones genera un nivel de relevancia de la señal para la tarea actual. La señal que supera el umbral es procesada por un sistema de memoria activa, desencadenando la respuesta motora. El nivel del umbral está determinado por la historia de aprendizaje de la persona pero también por su nivel de activación. Si la persona está somnolienta el umbral va a ser alto, si está dormida muy alto pero si está en alerta va a ser mucho más bajo. En ese caso, cualquier estímulo va a recibir atención de la persona. Según los autores, este modelo resuelve eficientemente el problema del «cuello de botella» atencional ya que no es necesario comparar cada señal con todas las demás para decidir a cuál darle acceso al sistema de procesamiento.

Norman (1968) propuso un modelo en el cual el estímulo seleccionado depende del balance en la activación de la memoria a corto y largo plazo. En el mismo, todos los estímulos son procesados en el sistema sensorial, donde se produce una asociación entre la información (vista o escuchada) y su representación. Luego, cada una de estas representaciones es analizada en su *valor de pertinencia*. Esto es, la memoria a largo plazo asocia cada ítem con un contexto determinado, modulando su nivel de activación en función de cuán significativo sea para el sujeto en el presente. El análisis sensorial y el valor de pertinencia actúan de forma balanceada. Un estímulo que posea baja intensidad a nivel sensorial pero mucho valor de pertinencia será seleccionado atencionalmente.

Esto era lo que sucedía cuando la persona escuchaba su nombre en el canal irrelevante en los experimentos de Moray (1959). En una serie de experimentos de MacKay (1973) la persona cambiaba el sentido del mensaje atendido en función del contexto dado en el canal irrelevante. Por ejemplo, una oración ambigua que utilice la palabra *banco* era sesgada en un sentido de banco para sentarse o banco financiero de acuerdo al contexto ofrecido en el otro oído. Johnston y Heinz (1979) propusieron una teoría más pragmática que sostiene que la selección puede ser tanto temprana como tardía. Los supuestos de su teoría asumen que cuanto mayor procesamiento existe previo a la selección, hay una mayor demanda de capacidades.

Por lo tanto, de forma de economizar recursos cognitivos, el filtro se aplicará ni bien se posean los elementos necesarios para la selección. Esto es, si la selección se puede realizar a partir de las características físicas del estímulo, así se hará. En caso

contrario, se recurrirá al análisis del significado. De esta forma, propusieron un filtro flexible que se «mueve» en la estructura cognitiva de acuerdo a las demandas de la tarea.

El procesamiento del material no atendido constituyó un desafío al concepto de filtro como una frontera en la que el procesamiento paralelo se convierte en serial. Tal vez el énfasis de estos modelos en la naturaleza serial del procesamiento tenga que ver con la utilización de estimulación auditiva, cuya percepción es de naturaleza serial. La investigación de los mecanismos de selección haciendo uso de estímulos visuales buscó revelar no solamente cuándo se produce sino cómo y por qué (Styles, 1997). A continuación presentamos los diferentes modelos teóricos que se han postulado con respecto a la visión.

Atender a lo que vemos: Búsqueda, foco y zoom

En este apartado se describirán los principales hallazgos que surgieron de las investigaciones sobre atención a estímulos visuales, algunos de los cuales confirman lo visto anteriormente sobre atención a estímulos auditivos mientras que otros aportan elementos novedosos. Las primeras investigaciones sobre la atención visual reprodujeron el debate acerca de si la selección de la información es temprana o tardía. El modelo de filtro temprano de Broadbent se encontró reflejado en los trabajos de Sperling (1960). En sus experimentos expuso a los sujetos a matrices de 3 filas de 4 letras durante 50 milisegundos (ms). En una condición (*informe total*) les pidió a los sujetos que recordaran la mayor cantidad de letras luego de la exposición. En la condición de informe parcial les pidió que recordaran solamente una fila, la cual era señalada por un sonido agudo. El volumen del tono indicaba la fila a atender (un tono alto significaba la fila superior, uno medio, la intermedia y uno bajo, la inferior). Dado que las filas eran señaladas al azar, la probabilidad de recordar cada una de ellas era idéntica. En el caso de esta segunda condición los sujetos eran mucho más eficaces, demostrando que por un corto período de tiempo podían acceder a la totalidad de la información presentada en la fila. Como se observa en este experimento, atención y memoria están muy relacionadas. Aquello que se atiende se va a fijar y recordar mejor. En las pruebas que implican un informe del sujeto, se evalúa la atención a partir de su efecto sobre la memoria.

Para determinar la duración de este tipo de memoria se presentó la señal auditiva en un rango de 0 hasta 1 segundo de retardo, encontrando que el nivel de retención decaía después de los 250 milisegundos. La naturaleza perceptiva en que es almacenada esta información quedó demostrada por el fenómeno del *enmascaramiento*.

La estimulación auditiva consiste en distribuciones de frecuencias de información en el tiempo, mientras que la visual lo es en el espacio. Esto hace que se pueda controlar más fácilmente la presentación de los estímulos así como su mutua relación, en términos de distancia (temporal o espacial), apariencia y sentido. De esta forma, los paradigmas visuales para el estudio de la atención van a poder profundizar en la relación del objeto atendido con el proceso de selección así como también en los patrones de interferencia generados por los distractores.

Si se presenta una luz inmediatamente antes y después de la matriz, el recuerdo de la información es menor. Y esta disminución es proporcional a la intensidad y duración del estímulo luminoso (Sperling, 1963). Dado que la interferencia se produce entre información que comparte las mismas características representacionales, el enmascaramiento demuestra la modalidad sensorial de la información almacenada en este registro.

En contraposición, aparecieron trabajos donde se observaba el procesamiento semántico previo a la selección. Mewhort (1967) utilizó un paradigma de reporte parcial compuesto por filas de letras, en donde la persona debía recordar la fila señalada por el tono, un procedimiento similar al de Sperling. Pero en una condición las filas no seleccionadas eran letras desordenadas, mientras que en otra eran *pseudopalabras* (como Muchaci o Estago), es decir, vocablos que no tienen sentido pero que suenan parecido a una palabra existente. En estos experimentos, las personas reportaban más letras cuando las filas irrelevantes eran pseudopalabras que cuando eran letras aleatorias. Es decir, que el significado de los estímulos en estas filas influyó en la selección, afectando el rendimiento y no solamente las características físicas.

Una tarea experimental propuesta por Eriksen y Eriksen (1974), luego denominada *el paradigma de Eriksen o tarea de flancos*, permitió un abordaje totalmente distinto. Hasta ese momento los experimentos de filtrado (tanto auditivos como visuales) incluían una serie de estímulos muy diversos, con opciones conductuales múltiples y cuyo indicador principal era la precisión de respuesta. Recordemos los experimentos de escucha dicótica en los que la persona escuchaba, por ejemplo, largos pasajes de textos distintos en cada oído. En esta tarea los estímulos eran pocos y controlados así como las opciones de respuesta. Además, el indicador principal a tomar en cuenta tampoco era el tipo de respuesta sino básicamente el *tiempo* de respuesta.

En el experimento de Eriksen y Eriksen (1974) se le presenta al sujeto una fila de siete letras, durante un segundo, para que responda lo más rápido posible. Por ejemplo, si la letra es H o K tiene que mover la palanca en una dirección y si es S, tiene que hacerlo en otra. Los resultados mostraron que cuando el sujeto tenía que responder a la serie KKKHKKK sus respuestas eran más rápidas que si debía responder a la serie SSSHSS. La primera condición se denomina *congruente* porque tanto la respuesta al ítem atendido como a los distractores eran los mismos (recordemos que en el ejemplo H y K están en el mismo lado de la palanca), mientras que la segunda se llama *incongruente* porque en ese caso las respuestas a ambos tipos de estímulos estaban separadas.

La demora en la respuesta en la segunda condición se debe al hecho de que hay una interferencia entre dos respuestas distintas. Esto implica que hay un análisis —previo a la decisión— de la identidad del material irrelevante sin el cual no existiría el conflicto en la respuesta. A diferencia de los modelos anteriores, este modelo postula una selección poscategorial. Es decir, la respuesta se basa en un análisis del tipo de estímulo (su inclusión dentro de una categoría) frente al cual la persona tiene que decidir y no solamente en base a sus características físicas. Otro de los hallazgos obtenidos fue que esta interferencia es una función de la distancia física entre el objetivo y los distractores. Cuanto mayor es la distancia entre ambos, menor el nivel de interferencia. Por otra parte, si esa distancia es menor a un grado de ángulo visual, los distractores no pueden ser ignorados. Estos datos implican un

límite en la reducción mínima de la amplitud del foco atencional: los distractores que se encuentran a una distancia menor no pueden ser filtrados (Styles, 1997).

En el marco de este paradigma se sucedieron una serie de experimentos interesantes pero que inclinaron la balanza de la evidencia empírica tanto para un lado (selección a partir de las características físicas) como para el otro (selección poscategorial). Wolford (1975) estudió el efecto de la localización en el campo visual en las pruebas de *informe parcial* (Sperling, 1960), presentando series de nueve letras en ubicaciones correspondientes a distintas ubicaciones en la retina. La persona podía reportar un máximo de cuatro letras en la región foveal (la zona de la retina que posee mayor cantidad de células especializadas en la captación de la luz) mientras que descendía a dos en la periferia. Asimismo, observó que un espacio en blanco entre las letras favorecía el desempeño, y que este aumento era mayor en la zona de la periferia visual. A partir de estos datos postuló que los rasgos físicos extraídos en forma independiente se almacenan en un sistema de memoria sensorial. La probabilidad de que un rasgo sea identificado depende de su ubicación con respecto a la retina, el tamaño y el contraste. En el almacén sensorial la identificación de las letras se produce en forma serial y ordenada, analizando todos los rasgos que se disponen de cada letra. En este contexto, los espacios en blanco contribuyen a ordenar la información mientras que la interferencia se produce por una perturbación de dicho orden. Estos resultados ofrecen evidencia a favor de la selección temprana, producto de las características físicas de los estímulos. Para identificar un estímulo no solo es importante percibir dónde se encuentra sino también definir sus límites, es decir, el contraste con los lugares donde no se encuentra. Por ejemplo, si todas las palabras de este párrafo estuvieran pegadas su lectura sería mucho más complicada. Los espacios establecen una separación entre cada palabra facilitando su identificación.

Desde la postura poscategorial también se aportaron datos experimentales definitorios. Eriksen y Schultz (1979) demostraron que en el paradigma de Eriksen en la condición donde el distractor y el objetivo son iguales (p. ej. HHHHHHH), el tiempo de respuesta es menor que en la condición de compatibilidad, ya que al ser estímulos iguales desaparece la posibilidad de interferencia en la respuesta. Por otra parte, Jonides y Gleitman (1972) realizaron un experimento en el cual los estímulos pertenecían a categorías distintas (dígitos y letras). En este encuadre, los sujetos debían buscar el signo gráfico «O». De acuerdo a la consigna dada, los participantes consideraban que era una letra «O» o bien el número cero. Es decir, en un caso el estímulo era categorizado como una letra y en otro como un número. De esta forma, podían manipular la categoría a la que pertenecía el estímulo objetivo y modificar los tiempos de respuesta para un mismo ítem al cambiar el grado de interferencia con los distractores (números o letras). Por ejemplo, un estudio previo había constatado que si la categoría a la que pertenece el estímulo objetivo es distinta a la de los distractores, es menor el tiempo de respuesta que si la búsqueda es en la misma categoría (Egeth, Jonides y Wall, 1972). Si la selección fuera exclusivamente producto de las propiedades sensoriales del estímulo, la categorización del mismo no debería haber influido en la interferencia y, por lo tanto, en el tiempo de respuesta.

Se han propuesto algunas soluciones para el dilema sobre el procesamiento atencional «temprano-tardío», ya presentado al hablar de los tipos de filtro atencional.

Coltheart (1980) aportó una explicación distinta de la memoria icónica, invirtiendo los términos del problema. Para este autor lo primero que hacemos es categorizar los estímulos atendidos, por ejemplo, letras. Esta información es de naturaleza léxica y se encuentra almacenada en la memoria semántica, tratándose básicamente de la identidad global del objeto. En esta perspectiva, poseemos una serie de *logogenes* (Morton, 1969), es decir, categorías de objetos que se activan en presencia de determinados estímulos. El umbral de activación de estos logogenes varía en función de la frecuencia de exposición a determinado estímulo con el que están asociados: a mayor exposición, el acceso a los mismos se facilita y, por lo tanto, es menor su umbral de activación. Esto es lo que sucede con el lector adulto que puede identificar rápidamente las palabras de un texto porque las ha leído infinidad de veces, aun cuando les falten algunas letras. En un segundo momento, se procesa la información física de la letra que se está observando (su estilo, ubicación, etc.). Esta información relaciona al ítem con su contexto y es de naturaleza episódica.

Tradicionalmente se había considerado a la atención como un foco que se desplaza, moviéndose en el espacio como una linterna sobre una pared (James, 1890). Distintos experimentos mostraron que si se le da al sujeto una clave espacial, por ejemplo, una flecha que señala la próxima aparición del estímulo, la ejecución mejora en términos de tiempo de respuesta. Esta es una respuesta característica en el *paradigma de Posner* (ver Figura 3.2 y sección siguiente).

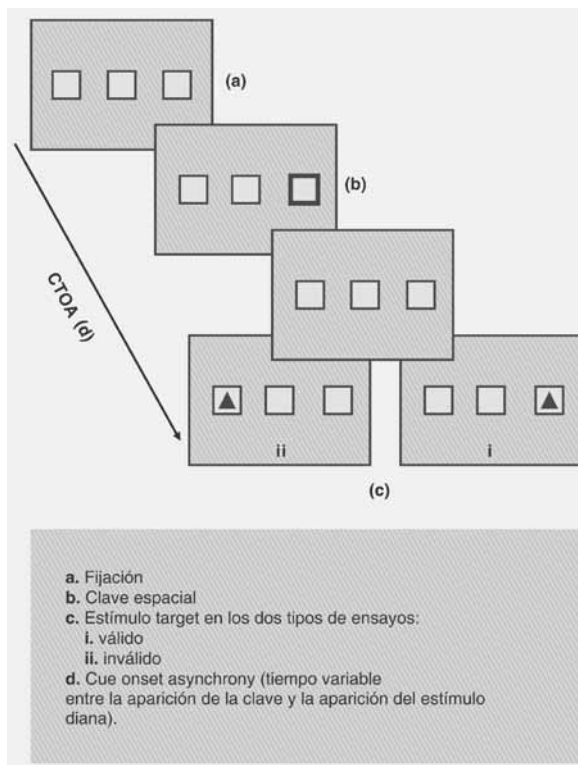


Figura 3.2. Paradigma de costos y beneficios

Sin embargo, si el estímulo está alejado de la clave, el rendimiento es superior si hay un espacio de tiempo mayor entre la aparición de la clave y la del estímulo (Tsal, 1983). De esta forma, se puede interpretar que el foco de máxima selectividad necesita más tiempo para desplazarse de un lugar a otro, dando sustento a la idea de la atención como «una linterna sobre la pared». Por otra parte, la estructura foco, franja y periferia parece responder a la estructura de la retina. El área del foco, que posee una capacidad de discriminación máxima, corresponde a la región foveal mientras que la zona que se encuentra a su alrededor (franja) lo hace a la parafoveal. Esto explica por qué el efecto facilitador de las claves experimentales disminuye considerablemente cuando el estímulo se encuentra en la región periférica (Downing y Pinker, 1985). En esa región las células receptoras del campo visual son mayores y con menor discriminación del color en condiciones de luminosidad (células conocidas como *bastones*).

Sin embargo, también hay evidencia de que el foco no posee una dimensión estática sino que puede ajustarse de acuerdo a la tarea planteada. LaBerge (1983) diseñó un experimento que demostró cómo se puede «ajustar» el foco de acuerdo a las necesidades del sujeto. En el mismo la persona debía indicar una letra marcada por una clave dentro de una palabra. En una condición, se les pidió a los sujetos que categorizaran la letra central de la palabra (de cinco letras) y en otra que identificaran toda la palabra. Cuando la atención se centraba en la letra central, las letras más cercanas al centro eran reportadas más rápidamente pero cuando la atención estaba centrada en la palabra entera, esta diferencia en el tiempo de respuesta desaparecía. Esto llevó a pensar que la metáfora más adecuada para referirse a la atención no es un foco, sino un *zoom*, es decir, un lente que puede ajustar su grado de aumento de acuerdo a lo que busque la persona (Eriksen y Murphy, 1987). En un primer momento la atención se dispersa ampliamente procesando todos los estímulos en paralelo, luego al aparecer las claves de búsqueda la misma se restringe al área de interés, filtrando el resto de los elementos.

Además del efecto *zoom* también hay evidencia de que la atención depende del objeto y no de una región en el espacio. Es más fácil decidir sobre dos atributos que están en el mismo objeto que sobre dos atributos que se encuentran en objetos distintos (Duncan, 1984). Además, si la atención se guiara por regiones en el espacio y no por objetos, cuando algo se va de foco veríamos un espacio vacío (Styles, 1997). La importancia de la búsqueda del objeto fue confirmada utilizando la *inhibición de retorno*. Posner, Rafal, Choate y Vaughan (1985) habían demostrado que cuando se enfoca la atención a través de una clave a una zona ya explorada, hay una demora en la respuesta. Este fenómeno fue denominado *inhibición de retorno* y fue explicado en base a argumentos evolutivos: para optimizar la eficacia de la búsqueda, se eliminan los sitios que ya han sido explorados. Sin embargo, la *inhibición de retorno* se define por los objetos ya identificados y no por zonas del campo visual. Esto fue demostrado señalando con claves de búsqueda objetos que se movían de un sitio a otro (Klein, 2000; Tipper, Drivery Weaver, 1991). Sin embargo, la superioridad de la búsqueda de objeto sobre la búsqueda espacial no siempre ha sido confirmada (Behrmann y Moscovitch, 1994). Aparentemente, la búsqueda por región tiene prioridad y se va a la búsqueda del objeto cuando hay cambios temporales (movimiento) o espaciales (p. ej., rasgos físicos diferentes en los estímulos).

Un enfoque que busca trascender este tipo de debates se basa en el análisis de los recursos exigidos por cada paradigma experimental. En efecto, los encuadres experimentales en que se basan los modelos de filtro temprano y los de análisis poscategorial son notoriamente distintos (Kahneman y Treisman, 1984). En las tareas de filtrado a la persona se le presenta una variedad de estímulos en los que la diferencia entre estímulos relevantes e irrelevantes suele ser una característica física. A su vez, también hay opciones para respuestas diversas y la medida principal de la atención suele ser si la respuesta es correcta o incorrecta. Ejemplos de este tipo de paradigmas son los experimentos de Cherry o Sperling. Este encuadre exige una gran cantidad de recursos de procesamiento ya que implica dos tareas: la selección del estímulo correcto y luego la implementación de la respuesta indicada. En los experimentos de Sperling (1960, 1963) la selección en cada proceso se da a partir de características físicas distintas: las letras son almacenadas en un registro visual pero la respuesta es fonológico-verbal. Esto aumenta aún más las demandas de procesamiento de la tarea.

Por otra parte, las tareas que se utilizaron para estudiar la categorización como base para la selección atencional se caracterizan por ser mucho más simples. En general, presentan uno o dos tipos de estímulos y de respuestas e influyen fundamentalmente sobre los procesos de búsqueda. En esas pruebas la eficacia de la atención se mide como un incremento en la velocidad de respuesta. Un ejemplo característico de este tipo de encuadre es el paradigma de Eriksen (1995), donde el sujeto espera la aparición de una letra y solamente tiene que mover una palanca en uno u otro sentido. Así como los experimentos de filtrado exigen una elevada demanda de recursos, los de categorización lo hacen en un nivel muy inferior.

Lavie (1995) denominó a esta exigencia de recursos *carga perceptual* y sostuvo que es un elemento determinante del nivel de elaboración del estímulo previo a la selección. En los experimentos de filtrado la carga perceptual es máxima y, por lo tanto, no quedan recursos «sobrantes» para categorizar los distractores. De ahí que se aplique un filtrado «temprano», basado en las características físicas del estímulo. En las tareas de categorización la carga perceptual es mínima por lo que existe capacidad disponible para analizar los distractores. Por eso en esos encuadres aparece la interferencia y la selección poscategorial. Lavie manipuló la carga perceptual en diversos experimentos obteniendo distintos niveles de interferencia y diversos modos de selección. Si bien el concepto de carga perceptual es un poco ambiguo, pone en discusión la relación entre la atención y la disponibilidad de recursos, un problema estudiado exhaustivamente en los experimentos de atención dividida. Los problemas relativos a la distribución de recursos en la atención serán tratados en los apartados siguientes.

Modelos de capacidad y recursos

Primero se describirán aquellos modelos que postulan que la atención es una capacidad general y única del funcionamiento cognitivo, que se distribuye entre distintas tareas. En el apartado siguiente se analizarán los que plantean que la atención está compuesta por distintos tipos de recursos o capacidades que se utilizan de acuerdo a las características de la tarea que se está realizando.

Modelos de capacidad única

Como vimos anteriormente, algunos autores plantean que la selección atencional no consiste únicamente en excluir ciertos estímulos del procesamiento cognitivo y realizan una fuerte crítica a la metáfora de filtro. El interés de estos investigadores se centra principalmente en entender la capacidad atencional y por qué las personas somos capaces de realizar una o más tareas simultáneamente. Esta postura, basada principalmente en el paradigma de doble tarea, centró su análisis en los procesos de respuesta más que en los de entrada y los modelos derivados de ella se conocen como modelos de capacidad y recursos.

Los modelos de capacidad única asumen la existencia de una capacidad central (o «fondo común») de recursos que se reparten en el procesamiento de los diferentes estímulos. Basados en la observación de la vida cotidiana en la cual habitualmente podemos realizar tareas simultáneas con escaso o nulo perjuicio para alguna de ellas (p. ej., conversar y conducir).

Algunos experimentos llevaron al extremo estas situaciones para demostrar la necesidad de investigar la atención dividida. Allport, Antonis y Reynolds (1972) lograron que un grupo de pianistas ejecutaran piezas musicales que apenas conocían a la vez que repetían en voz alta 150 palabras por minuto. En otro experimento, dos estudiantes universitarios pudieron leer un cuento en voz alta mientras escribían palabras que les eran dictadas. No solo entendieron el cuento que leían sino que relacionaron y categorizaron las palabras dictadas (Spelke, Hirst, y Neisser, 1976). Si bien estos ejemplos son bastante impresionantes, no todas las tareas que se realizan al mismo tiempo implican una división de la atención.

Para ello deben cumplirse una serie de criterios. En primer lugar, tienen que ser tareas simultáneas y continuas. En segundo lugar, no debe existir *redundancia* en ninguno de los canales de información. La redundancia es un concepto proveniente de la teoría de la información (Shannon, 1948). Implica que en un canal existen elementos que permiten predecir los estímulos que vendrán. Esto hace que disminuya la exigencia de atención para ese canal y, por lo tanto, se pueda volcar en otro. Esto es lo que ocurre cuando existe un aprendizaje previo de una de las tareas o cuando hay un proceso de automatización de alguna de ellas. Finalmente, cada una de las tareas debe desempeñarse al límite de los recursos atencionales sin decremento para ninguna de ellas. Solo en estas condiciones se puede considerar que hay división de la atención y no combinación secuencial de las tareas (Styles, 1997).

Para explicar el fenómeno de la atención dividida se pasó del concepto de filtro o «cuello de botella» al de recursos atencionales. Desde esta perspectiva, la atención consiste en un monto de capacidad que será distribuido de acuerdo a las diversas demandas ambientales. Varios modelos tratan de explicar cómo se genera este monto y, a su vez, cuáles son los criterios de distribución del mismo. Es de destacar que bajo esta concepción de la atención, deja de tener sentido la discusión sobre el *lugar* dentro de un modelo o *momento* en que opera la selección.

Uno de los modelos de recursos más complejo es el de Kahneman (1973). En este modelo la atención es vista como una suma de energía, propiedad de todo el aparato cognitivo, que se va a distribuir entre las distintas tareas. Precisamente, el objetivo principal de este modelo va a ser explicar los criterios por los que se guía la

política de distribución de esos recursos. La capacidad de energía atencional disponible en el sistema en un momento dado es una función del nivel de activación (*arousal*) del sistema nervioso. Las fuentes de activación son múltiples: ansiedad, miedo, ira, excitación sexual, estimulación sensorial intensa, drogas, esfuerzo muscular, etc. La manifestación somática de la misma consiste en una serie de reacciones características de la inervación del sistema nervioso simpático (dilatación pupilar, incremento de la conductancia electrodérmica, etc.). Como excepción a este patrón, Kahneman encuentra que también se produce una desaceleración cardíaca, lo cual es un síntoma de la acción del sistema parasimpático, y que identifica como un estado de inhibición y alerta atencional.

Precisamente, según este modelo la capacidad atencional aumenta en forma proporcional al aumento de la activación (*arousal*). Sin embargo, esta relación es mediada por la dificultad de la tarea. En tareas simples se observa que cuanto más activación mejor desempeño de la tarea. Pero en tareas complejas el beneficio de la activación se mantiene hasta cierto límite, luego el aumento del mismo empieza a ser perjudicial. Esta curva del desempeño (en función de la activación) en forma de U invertida se denomina ley de Yerkes-Dodson (1908). En niveles muy elevados de activación a esta selectividad se suman labilidad atencional, falta de discriminación fina y cambios constantes en la estrategia adoptada para resolver una tarea.

Además, la política de distribución de la capacidad atencional se ve afectada por intenciones momentáneas, como por ejemplo, la motivación para realizar una tarea (atención controlada o endógena, conceptos que serán profundizados más adelante). Por otra parte, existen disposiciones permanentes. Un ejemplo de este tipo de disposiciones sería la respuesta de orientación (Sokolov, 1963). Se trata de una respuesta refleja que se produce frente a estímulos novedosos. A la vez que inhibe todo comportamiento en curso, prepara al organismo para percibir y procesar los nuevos estímulos. Simultáneamente a la acción de estos factores hay una evaluación de las demandas de capacidad que exige cada tarea. En base a esta evaluación se anticipan las necesidades atencionales, incrementándolas de acuerdo a la dificultad de la tarea. En ese caso también se produce un aumento consiguiente del nivel de activación general. Este sistema de retroalimentación se puede ver interferido por la fatiga o por un nivel general de activación muy bajo.

Modelos de recursos múltiples

La metáfora del *monto de atención* manejada en el modelo de Kahneman es notoriamente distinta a la de «cuello de botella» de los modelos de filtro. La principal diferencia radica en que la atención deja de ser una característica fija dentro de la estructura cognitiva y pasa a ser una propiedad del funcionamiento general de la mente. Sin embargo, aún son metáforas emparentadas. En los modelos de filtro, los estímulos compiten por atravesar el cuello de botella atencional. En el modelo de Kahneman también se produce una competencia de los estímulos por alcanzar la mayor cantidad posible de recursos del «fondo común». Dado que se postula la existencia de un monto de capacidad atencional único, el cuello de botella se traslada al mismo.

Si bien este modelo ofrece un marco global para pensar la distribución de la atención en tareas divididas, superando así las limitaciones estructurales de las

teorías de filtro, presenta varios aspectos problemáticos. Uno de ellos es que no ofrece una definición operacional (en términos medibles) de la dificultad de la tarea. Este constructo es de fundamental importancia para el modelo. Como se mencionó anteriormente, la dificultad de la tarea aumenta el nivel de activación y este la capacidad atencional disponible. Como se considera que la capacidad atencional es única, aunque se aplique a distintas tareas, la dificultad de la tarea también debe ser una cualidad abstracta, no determinada por las características específicas de lo que se está atendiendo. Kahneman (1973) propone que la dificultad de la tarea se mida en función de la interferencia entre dos tareas concurrentes. Sin embargo, dado que en este modelo la capacidad atencional es única, siempre que se realicen dos tareas simultáneamente se producirá algún tipo de interferencia. Por otra parte, se ha señalado cierta circularidad en el razonamiento de Kahneman: se dice que una tarea genera mayor interferencia porque demanda mayor cantidad de recursos centrales, pero se infiere que el nivel de recursos demandados es elevado porque la tarea produce mayor interferencia (Styles, 1997).

En este contexto, algunos autores desarrollaron modelos que mantenían el supuesto de que la atención implica distribución de recursos pero trataron de subsanar las críticas que se le podían hacer al modelo de Kahneman. En realidad, los datos de los experimentos sobre interferencia mostraban dos cosas. Primero, que era posible desempeñar dos tareas aparentemente complejas, al mismo tiempo, sin decremento en el rendimiento. Recordemos los ejemplos de los pianistas de Allport y los estudiantes de Spelke comentados en el apartado anterior. Por no hablar de los mecanógrafos de Shaffer (1975) que tipeaban un mensaje mientras repetían en voz alta otro distinto sin ver afectada su eficacia. En segundo lugar, en los experimentos se observaban interferencias específicas o selectivas, es decir, cuando coincidían tareas que poseían determinados aspectos en común y no otros. En una serie de experimentos, Brooks (1968) mostró que cuando se le muestra a una persona un diagrama y debe responder (con las opciones Sí/No), lo hace más rápido si la modalidad de respuesta es verbal que si es viso-motriz (marcar el ítem correcto en una columna de símbolos). Por otra parte, si la tarea se refiere a recordar una frase, se produce el efecto inverso respecto al tiempo de respuesta. Estos resultados suponen que el procesamiento de los estímulos y la respuesta se interfieren mutuamente si deben utilizar la misma modalidad sensorial. Mientras que esta interferencia desaparece si las dos fases utilizan canales sensoriales distintos (visual y verbal).

Estos hallazgos llevaron a la formulación de modelos de recursos atencionales múltiples. En los mismos se sostiene que cada tarea requiere una combinación de recursos cognitivos específica. Por lo tanto, solamente se producirá interferencia entre dos tareas simultáneas si estas requieren del sistema los mismos tipos de recursos. Navon y Gopher (1979) plantearon uno de los primeros modelos que postularon la existencia de recursos múltiples, cada uno con una política de distribución propia. En este modelo se explica la asignación de recursos en base al equilibrio entre «oferta y demanda» (una metáfora extraída de la economía de bienes escasos). Si la demanda de un recurso particular es satisfecha, la tarea atencional continuará sin producirse interferencia. En cambio, si dos tareas compiten por el mismo recurso, la demanda atencional supera la oferta y las tareas en curso se enlentecen.

Eventualmente, se puede llegar a suspender la ejecución de una de las tareas. O utilizar un recurso «sustituto» al buscado, con decremento en la ejecución. De acuerdo a este modelo, la interferencia no depende únicamente de la *cantidad* de recursos requeridos por cada tarea sino también por el *tipo* de recursos implicados. Es decir, el factor que predice la interferencia es la composición de recursos requerido por cada una de las tareas a realizar. Si alguno o todos los recursos son compartidos, habrá competencia e interferencia.

Para identificar cuáles son estos recursos múltiples, Wickens (1980, 1984) ha revisado numerosos experimentos de doble tarea y ha encontrado una serie de dicotomías estructurales, que pueden ser atribuidas a recursos cognitivos independientes. Cuando dos tareas simultáneas requieren el mismo polo de una dicotomía se produce interferencia. En base a estos conceptos ha desarrollado un modelo de recursos múltiples compuesto por cuatro dimensiones. Estas cuatro dimensiones son el nivel de procesamiento, la modalidad perceptual, el canal visual utilizado y el código de procesamiento (Wickens, 2002). La ubicación de dos tareas en el espacio generado por estos cuatro ejes permite calcular el nivel de interferencia mutua. Este modelo se ha aplicado, por ejemplo, para estudiar el tipo y la cantidad de recursos cognitivos exigidos al trabajador por tareas múltiples en un ambiente laboral determinado.

La primera dimensión, el *nivel de procesamiento*, alude a que los recursos necesarios para procesar los estímulos (actividades perceptuales y cognitivas) son funcionalmente distintos a los recursos que subyacen a la selección y ejecución de las respuestas. Esta dicotomía se ha observado en experimentos en los cuales se aumenta la dificultad para ejecutar la respuesta en una tarea pero esto no afecta el rendimiento en una tarea concurrente de naturaleza fundamentalmente perceptiva/cognitiva, y viceversa. Por ejemplo, Shallice y cols. (1985) realizaron una serie de experimentos en los que la persona debía reconocer palabras habladas a la vez que producir discurso, observando que no se producía una interferencia significativa entre ambos procesos. La separación de recursos por nivel de procesamiento permite explicar la realización de tareas simultáneas y complejas, como los ejemplos citados anteriormente, sin perjuicio en el rendimiento.

En relación a la *modalidad perceptual* se ha observado que es más sencillo dividir la atención entre un canal visual y otro auditivo, que entre dos canales conteniendo la misma información sensorial. Dos tareas que impliquen la misma modalidad perceptual (p. ej., visual-visual) generarán más interferencia que si pertenecen a modalidades distintas (p. ej., visual-auditiva). Según Wickens (2002), esta diferencia no solo obedecería a que cada modalidad utiliza recursos cognitivos distintos. También influye el hecho de que cuando hay dos estímulos de la misma modalidad se requiere más procesamiento para poder discriminarlos, ya sea porque se procesa el espacio entre cada uno de ellos o porque se produce un enmascaramiento por semejanzas de las características físicas.

Dentro de la *modalidad visual* también se puede distinguir entre los recursos exigidos por aquellas tareas que requieren un canal de visión focal de aquellas que utilizan un canal de visión ambiental. La visión *focal* responde casi siempre a la zona correspondiente a los receptores de la fovea y se necesita para la discriminación fina y el reconocimiento de patrones (como leer un texto o identificar objetos

pequeños). La visión *ambiental*, por el contrario, es periférica y se utiliza para orientarse y controlar la dirección en que uno se mueve (Previc, 1998).

Finalmente, el *código utilizado* para representar la información también responde a estructuras de recursos distintos. Aquí la dicotomía fundamental es entre un código visoespacial y otro fonológico-verbal. Esta distinción será abordada en la siguiente sección, cuando tratemos los efectos atencionales del funcionamiento de la memoria de trabajo.

Pero antes de pasar a este tema, es necesario realizar una puntualización con respecto a la limitación de la atención. Considérese a una persona en plenitud de sus recursos cognitivos frente a la siguiente tarea: identificar el sonido que produce apretar una tecla en el piano. Esta tarea será fácil en una habitación silenciosa pero extremadamente difícil en el medio de un concierto de rock. La diferencia entre ambas situaciones no se refiere a los recursos atencionales disponibles ni a la dificultad intrínseca de la tarea, sino a la calidad de los datos. En el segundo caso, disminuye notoriamente la razón señal-ruido.

Este hallazgo llevó a Norman y Bobrow (1975) a postular que los procesos cognitivos no solo están limitados por la disponibilidad de recursos sino también por la naturaleza de los datos. Para comprobar esta hipótesis, calcularon una serie de curvas ROC (*Receiver Operating Characteristics* o características operativas del receptor), utilizando el rendimiento en función de los recursos asignados, en diversas tareas. De acuerdo a sus resultados, comúnmente un aumento en los recursos asignados implica un aumento correlativo en el rendimiento. Sin embargo, hay tareas en que aumentar la cantidad de recursos asignados no genera una mejora del rendimiento. En este caso nos encontramos frente a una limitación proveniente de los datos. Todos los procesos poseen ambos tipos de limitaciones. Al principio la limitación es básicamente producto de los recursos asignados a la tarea y al final producto de los datos (cuando llegamos a nuestro mejor nivel de desempeño el aumento de recursos asignados no incide significativamente en el resultado). Por eso subrayan la importancia de calcular la contribución de ambos tipos de limitación, y no solamente la competencia por recursos en la zona de transición para explicar el deterioro en el rendimiento.

Modelos integradores

La atención como proceso psicológico no funciona aisladamente, en realidad sucede exactamente lo contrario. Es tal vez uno de los procesos que más se vincula al resto de las funciones mentales, como se observó en varios de los modelos descritos anteriormente. El sistema cognitivo es sumamente plástico y se va transformando en base a la información que es procesada. Aquello que conocemos nos posibilita acceder a la realidad de forma distinta. Por eso uno de los procesos más relacionados con la atención es la memoria, especialmente la memoria de trabajo. Es decir, aquella forma de la memoria a corto plazo (MCP) que mantiene activa las representaciones mentales para ser utilizadas en lo inmediato.

Atkinson y Shiffrin (1971) notaron que la MCP no solamente transmite información en forma pasiva a la memoria a largo plazo, sino que también cumple tareas de procesamiento activo. Estas tareas incluyen el control y selección de

estrategias de codificación, repetición y recuperación de información. Configuran así un espacio de trabajo que permite gestionar información para responder a las demandas del medio. Se hizo evidente que existe un aspecto activo que se puede diferenciar claramente de la MCP concebida únicamente en términos de almacenamiento. Incluso ambos componentes fueron disociados en pacientes con lesiones neuropsicológicas (Shallice y Warrington, 1970) y posteriormente en estudios experimentales (p. ej., Awh *et al.*, 1996).

Estos hallazgos llevaron a la elaboración de modelos de la memoria inmediata más complejos, que no estuvieran definidos exclusivamente por el tipo de tarea experimental (p. ej., si el sujeto tiene que recuperar la información luego de un lapso corto o largo de tiempo), sino construidos a partir de una explicación teórica de los procesos cognitivos implicados. Uno de los modelos de memoria de trabajo (MT) más influyentes es el de Baddeley y Hitch (1974). En su primera formulación sostienen que la MT posee tres componentes diferentes e interactuantes, de ahí su denominación de *modelo multicomponente*. Estos componentes son el bucle fonológico (*phonological loop*), la agenda visoespacial (*visio-spatial sketchpad*) y el ejecutivo central (*central executive*). El supuesto del modelo es que la repetición de la información, ya sea de tipo fonológica y/o visoespacial, permite que se mantenga activa y disponible para operar sobre ella y resolver otras tareas cognitivas complejas.

La MT es dirigida por el ejecutivo central, un sistema de control atencional más que una estructura de memoria propiamente dicha. El ejecutivo central se inspira en el modelo de control atencional de Norman y Shallice (1986). De acuerdo a este modelo hay dos formas de funcionamiento atencional, que dependen del grado de automatismo o novedad de la demanda cognitiva. En el modo automático, la información percibida o recuperada de la memoria activa los esquemas necesarios para la solución del problema (secuencias de movimientos y/o pensamientos). Se trata de tareas rutinarias y de respuestas simples, pero rápidas. En esta situación no hay competencia entre esquemas, ya que es un proceso de umbral: solo el esquema más potente en relación al estímulo es activado. Los otros son controlados a través de mecanismos mutuamente inhibitorios (Shallice, 1982).

Cuando el individuo se enfrenta a una situación novedosa, no rutinaria, el modo de funcionamiento automático se ve sobrepasado y entra en acción el Sistema Atencional de Supervisión (SAS). Este sistema no está formado por esquemas específicos de acción sino por habilidades generales de planificación que pueden ser aplicadas a cualquier dominio. El SAS interviene priorizando (sesgando) un esquema en detrimento de otro(s) o en caso de que no haya ningún esquema adecuado, activa estrategias de exploración para buscar nuevas alternativas. Por lo tanto, este modo de funcionamiento es mucho más flexible, pero también más lento y costoso desde el punto de vista de los recursos cognitivos centrales. Estas funciones del SAS serían centrales en la concepción del ejecutivo central de Baddeley y Hitch (Baddeley, 2010). Dentro de sus funciones se encuentra el control atencional directo, el monitoreo del comportamiento, la concentración y división de la atención y el cambio atencional entre dos o más tareas (Norman y Shallice, 1986). El ejecutivo central también posee características similares a la política de distribución de Kahneman (1973). Las funciones atencionales vinculadas a la memoria sitúan a la

atención como un proceso de gestión de información orientada a la planificación y resolución de tareas complejas, y en un marco conceptual que subraya la interacción de la persona con su medio ambiente.

Desde esta perspectiva de interacción mente-ambiente, también se ha discutido el papel de la atención como un componente central en la construcción del objeto. La mayoría de los modelos teóricos hacen hincapié en la capacidad de la atención para seleccionar una parte de la realidad, ya sea un rasgo físico del estímulo, su forma o su ubicación. Sin embargo, los seres humanos no percibimos rasgos separados sino objetos «enteros», compuestos por múltiples dimensiones. Esta aparente incongruencia es parte de lo que se ha denominado *the binding problem* en las neurociencias cognitivas (Revonsuo, 1999; Treisman, 1996). El mismo se refiere a la búsqueda de los mecanismos cognitivos y neurales a través de los cuales se combinan las diferentes propiedades perceptuales de un objeto en una unidad significativa. Otra cuestión relacionada con la anterior refiere a cuáles son los mecanismos que aseguran que la combinación de propiedades que realiza una persona en una situación dada es la correcta (p. ej., alguien que ve una taza azul como azul y no verde como el mantel sobre el que se apoya).

Una de las explicaciones más influyentes sobre el papel de la atención en este proceso es la *Feature Integration Theory* (FIT) (Treisman y Gelade, 1980; Treisman, 1993). En esta teoría la construcción del objeto es un proceso complejo que pasa por varias etapas. La primera, una etapa preatencional donde se procesan todas las características visuales de los objetos (color, brillo, orientación, movimiento, etc.) por separado pero de forma paralela. Luego, estos rasgos son combinados a través de la atención, que los selecciona y unifica en una serie en base a una localización espacial determinada. Este proceso es de naturaleza serial. Finalmente, el proceso se completa comparando esta representación del objeto con representaciones almacenadas en la memoria. El *archivo* o representación obtenida del objeto se selecciona (o no) entre varios como guía de la acción.

Esta perspectiva de la atención no es incompatible con el marco conceptual de la memoria de trabajo. Por ejemplo, se ha estudiado cómo la identificación de un objeto y su localización podría ser llevada a cabo por diferentes partes de la memoria visual de trabajo (Treisman y Zhang, 2006). Por otra parte, Baddeley (2000) ha actualizado su modelo de memoria de trabajo, incorporando un componente más: *el búfer episódico*. Se trata de un sistema de almacenamiento capaz de retener aproximadamente cuatro unidades de información en un código multidimensional. Esta versatilidad en el código representacional le permite unir la información proveniente del resto de los subsistemas de la memoria de trabajo. Además, conecta estos sistemas con la memoria de las experiencias personales previas y con el input perceptivo. En base a estas características, ha postulado este componente como la posible base estructural para la realización de la integración atencional del objeto (Baddeley, Allen y Hitch, 2011). En tanto es un área de fuerte integración entre la atención y la memoria, en el Capítulo 4 se presentarán de nuevo los aspectos vinculados al debate sobre la distinción (y la necesidad de dicha distinción) entre MCP y memoria trabajo.

Modelo de redes atencionales

Uno de los modelos más influyentes y estructurados en el estudio de la atención ha sido desarrollado por Michael Posner y colaboradores. Este modelo integra evidencia proveniente de un amplio rango de métodos y técnicas utilizadas en el campo de las neurociencias como por ejemplo estudios conductuales basados en la tasa de acierto y el tiempo de reacción (Fan *et al.*, 2002), las técnicas de neuroimagen (Raichle *et al.*, 2001) y los estudios genéticos (Rueda *et al.*, 2005).

Para Posner y cols., la atención consiste en un sistema complejo formado por al menos tres redes neuronales: la red posterior o de orientación, la red de vigilancia o alerta y la red anterior frontal o ejecutiva. En la Tabla 3.1 se resumen las características funcionales y neurobiológicas de este modelo, así como las principales tareas experimentales que se utilizan para el estudio de cada una de las redes.

Tabla 3.1. Redes atencionales propuestas por Posner y cols.

| Red | Función | Áreas cerebrales | Neuromoduladores | Tareas típicas |
|---------------------|---|--|------------------|---|
| Orientación | Orientación de la atención hacia determinadas localizaciones donde puede aparecer un estímulo relevante, novedoso o de aparición abrupta. | Parietal superior, unión temporoparietal, campos oculares frontales, colículo superior, núcleo pulvinar. | Acetilcolina | Tarea de costos y beneficios. |
| Vigilancia o alerta | Obtención y mantenimiento del estado de alerta. | Locus coeruleus corteza frontal y parietal posterior, tálamo. | Norepinefrina | Tareas de atención sostenida, por ejemplo el cpt. |
| Control o ejecutiva | Planificación, coordinación de tareas, inhibición de una respuesta automática, resolución del conflicto entre respuestas. | Cingulado anterior, corteza prefrontal lateral, ganglios basales. | Dopamina | Stroop Flancos Simon |

Tipos de atención

La atención ha sido frecuentemente dividida en dos tipos de procesos que se encuentran en constante equilibrio. Uno al que llamaremos atención *endógena*, que refiere al proceso activo que permite controlar en forma voluntaria la información que recibimos del entorno (Carrasco, 2011). Es de *arriba abajo*, controlado, voluntario y dirigido a metas (Carretié, 2001). Y otro, al que llamaremos atención *exógena*, refiere al proceso automático de orientar nuestra atención hacia el lugar donde se ha producido una estimulación repentina. Es de *abajo arriba*, automático, reflejo y guiado por los estímulos (*stimulus driven*).

Ambos sistemas son diferentes en sus características temporales y en su grado de automaticidad, lo que sugiere que han evolucionado con diferente propósito en momentos distintos del desarrollo filogenético de la especie humana. El sistema exógeno, más antiguo, permite responder en forma automática a las demandas del entorno y responder rápidamente a estímulos novedosos o que tengan relevancia biológica. Por otro lado, el sistema endógeno permite focalizar la atención en forma voluntaria y efectiva sobre ciertos aspectos del ambiente para captar aquellos eventos relevantes para la tarea en curso.

Como explicamos en párrafos anteriores, la atención exógena es guiada extrínsecamente, en forma automática y refleja. Esto desde el punto de vista vital es fundamental, ya que disponer de mecanismos que nos habiliten a interrumpir una tarea en marcha y orientar el foco atencional a estímulos novedosos o biológicamente relevantes es importante para nuestra supervivencia.

Para que un estímulo capture nuestra atención deben desarrollarse tres fases: una preatencional, en la que monitorizamos en forma constante pero inconsciente la información que recibimos del ambiente; otra de orientación automática de nuestro foco atencional hacia estímulos novedosos o significativos, llamada de respuesta de orientación; y una fase final en la que entra en juego la atención endógena y somos conscientes del estímulo que capturó nuestra atención (para una explicación más detallada ver Carretié, 2001).

La atención endógena, en cambio, selecciona en forma controlada y voluntaria localizaciones espaciales o características estimulares específicas que se encuentran relacionadas con objetivos y expectativas del sujeto. Por ejemplo, si estamos en el cine reservando un asiento para un amigo que llegará más tarde, estaremos expectantes y todos los estímulos cercanos a la puerta (atención selectiva espacial) y que tengan características similares a nuestro amigo (atención selectiva basada en las características) serán facilitados para su procesamiento, permitiendo que reconozcamos a nuestro amigo aun en la penumbra.

Considerando la naturaleza temporal de cada tipo de atención, podemos decir que la atención endógena es un proceso que se sostiene en el tiempo mientras que la exógena es un proceso transitorio. Son necesarios al menos 300 ms para desplegar los mecanismos de atención endógena, pero una vez que se despliegan pueden mantenerse voluntariamente por períodos largos. En cambio, la dinámica temporal de la atención exógena es más rápida y transitoria por lo cual surge y decae rápidamente entre los 100 a 120 ms (p. ej., Liu, Stevens y Carrasco, 2007).

Tareas experimentales para el estudio de la atención

Como hemos visto, el desarrollo del concepto de atención, sus modelos teóricos y la conceptualización sobre los sistemas de atención endógena y exógena han ido de la mano de la investigación experimental. Dada la relevancia que tienen las tareas o procedimientos experimentales para la identificación de los mecanismos que conforman un proceso tan complejo como la atención, presentaremos a continuación algunas tareas paradigmáticas en su estudio.

Tareas de claves

En este tipo de tarea se le pide al participante que informe lo más rápido que pueda, por ejemplo presionando una tecla, sobre la presencia o no de un estímulo diana en la pantalla (respuesta de detección). Previo a la aparición del estímulo aparecerá una clave que indicará la localización más probable en la que el estímulo que debe reportar puede aparecer. En la mayoría de los ensayos (generalmente el 80% del total de ensayos) el estímulo diana aparecerá en la misma localidad marcada previamente por la clave, a este tipo de ensayo lo llamaremos *válido*, pero en un porcentaje menor de ensayos (20%) el estímulo aparecerá en la localización no señalizada y llamaremos a este tipo de ensayos *inválido*. También es posible que en el diseño experimental aparezcan ensayos en los que las dos localidades posibles estén señaladas y a este tipo los consideraremos ensayos «neutros». Las claves pueden ser de varios tipos, las más comunes son marcos que rodean uno de los espacios probables de aparición del estímulo, flechas o asteriscos (ver Figura 3.2).

Búsqueda visual

En estas tareas generalmente aparece el estímulo diana rodeado por estímulos distractores. Los participantes deben responder con una tecla si en el ensayo está el estímulo diana presente y con otra si se encuentra ausente. En algunas tareas el estímulo diana se distingue de los distractores por una característica (p. ej., forma), a veces por la conjunción de dos características (forma y color), o a veces por configuraciones más complejas (p. ej., forma, color y orientación).

Lo que el investigador manipula en este tipo de tarea es el número de distractores (lo que se denomina *tamaño del conjunto*) y el número de características que el estímulo diana comparte con los distractores (ver Figura 3.3).

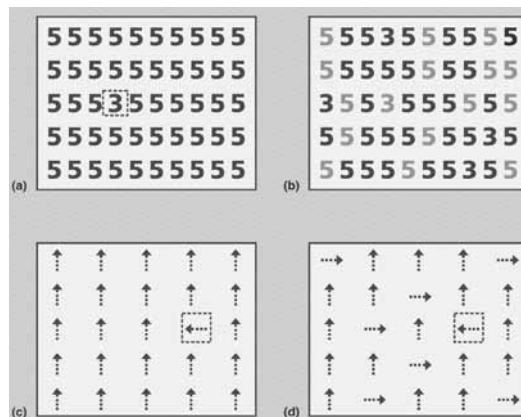


Figura 3.3. Ejemplo de tareas de búsqueda visual. En a y c el target comparte con los distractores una única característica (color), en cambio en b y d comparten varias características haciendo que la interferencia del distractor sea mayor.

Fuente: Unidad de Comunicación FP-Udelar.

Tareas de escucha selectiva

Este tipo de tarea fue mencionado al explicar los modelos de filtro y los primeros estudios sobre atención selectiva. En ella se les presentaba a los participantes mensajes distintos simultáneos en los dos oídos a través de auriculares. Este tipo de paradigma se llama escucha dicótica y la tarea consiste en atender el mensaje que se le presenta por un canal e ignorar el otro, por ejemplo, se le pide que atienda el mensaje que se presenta en el oído izquierdo e ignore el mensaje presentado en el oído derecho o viceversa. Para tener evidencia de que el participante estuviera atendiendo el mensaje que se le presentaba en el oído izquierdo, se le pedía que fuera repitiendo el mensaje a medida que lo escuchara. Este método se llama *sombreado* (o *shadowing*). Una vez terminada la escucha se le pide que recuerde los estímulos. En general, en los experimentos se manipulan variables como las características físicas de los estímulos, idioma del mensaje o su contenido.

Tareas de alerta o vigilancia

En esta tarea los participantes deben reportar la presencia de un estímulo mediante una respuesta de detección (p. ej., pulsando una tecla cuando aparezca el estímulo objetivo) o de localización (pulsando una tecla si el estímulo aparece a la derecha y otra si aparece a la izquierda). En algunos ensayos el estímulo viene precedido por una clave o señal que indica la inminente aparición del estímulo diana y en otros el estímulo aparece sin que haya habido una señal anticipatoria. Dado que el estado de alerta fluctúa ensayo a ensayo, este tipo de tarea produce una alerta fásica.

Por otro lado, encontramos tareas que exploran la alerta tónica, evaluando la capacidad de los participantes de mantener la vigilancia por períodos largos de tiempo. Una tarea paradigmática es el CTP-del inglés *continuous performance test*-, en la cual se solicita al participante que reporte cada vez que un ensayo contenga el estímulo diana (p. ej., debe apretar un botón cada vez que aparezca la letra «O»).

Tareas de conflicto

Este tipo de tareas presentan un conflicto entre dos aspectos del estímulo, un aspecto al que debemos atender y considerar para responder a la tarea correctamente, y otro aspecto irrelevante que debemos ignorar ya que apunta a una respuesta incorrecta. A los ensayos que presentan este conflicto los llamaremos *incongruentes*.

También es necesario tener ensayos con una condición que no represente conflicto a los efectos de comparar la ejecución, a ese tipo de ensayo lo llamaremos *congruente*.

Una tarea de conflicto paradigmática es la tarea Stroop, en la que el participante tiene que indicar el color de la tinta con la que está escrita una palabra. En esta tarea, la condición congruente es cuando la tinta con la que se escribe la palabra es del color que la palabra indica. (p. ej., la palabra *verde* escrita con color verde). La condición incongruente, en cambio, es cuando la palabra se encuentra escrita con una tinta diferente al color que refiere (p. ej., la palabra *verde* escrita con color rojo).

La diferencia en ejecución entre la condición congruente e incongruente es el denominado *efecto stroop*. Otras tareas de conflicto son las tareas de flancos y las de

tipo Simon (ver Eriksen y Eriksen, 1974 y Simon, 1969 para una descripción detallada) (ver Figura 3.4).

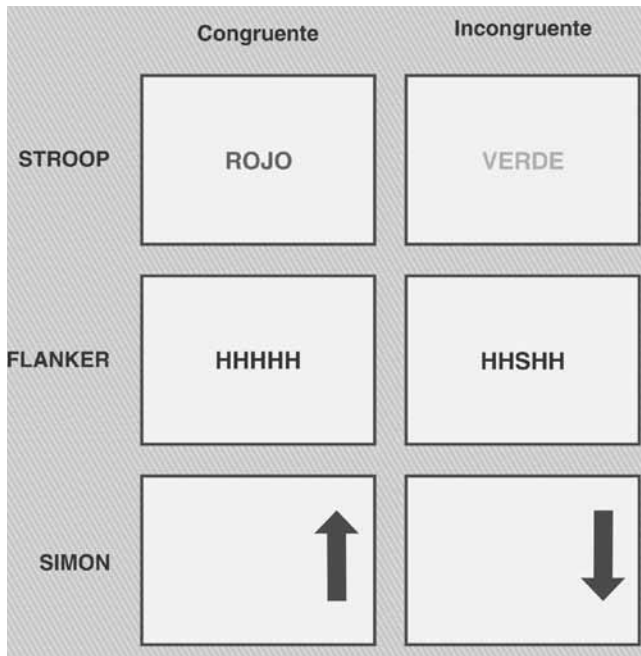
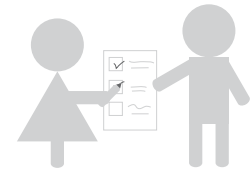


Figura 3.4. Tareas de conflicto

Resumen del capítulo y conclusiones

En este capítulo hemos trabajado sobre los principales conceptos vinculados al estudio de la atención. Comenzamos con un recorrido histórico que resume los hitos destacados en el estudio experimental de este proceso y que busca contextualizar al lector para la lectura posterior de los modelos teóricos. Describimos tres grandes grupos de modelos:



- los modelos de selección, los cuales entienden que la función principal de la atención es la selectiva,
- los modelos de capacidad o recursos limitados, centrados en entender la capacidad atencional y por qué las personas pueden realizar más de una tarea en forma simultánea, y
- los modelos integradores, que proponen que la atención es uno de los procesos que más se vincula con el resto de procesos cognitivos y presenta un fuerte vínculo con la memoria.

Finalmente describimos los mecanismos de atención endógena (controlada o de «arriba abajo») y exógena (automática o de «abajo arriba») y sus principales características y las tareas experimentales clásicas que se utilizan en la investigación en atención.

Puntos para la discusión

1. El auge de los videojuegos y su uso desde edades muy tempranas ha despertado el interés de distintos investigadores sobre el impacto que estos juegos pueden tener en el desarrollo cognitivo y social de los niños. Hay quienes alertan sobre el uso prolongado y las horas dedicadas a jugarlos y quienes sostienen que favorecen el desarrollo cognitivo, principalmente de procesos vinculados con la atención.



Preguntas para la discusión

- Encuentra al menos dos argumentos teóricos que defiendan una y otra postura.
 - ¿Todos los videojuegos pueden ser considerados similares desde el punto de vista de las demandas atencionales?, ¿podrías identificar alguno que beneficie o perjudique el desarrollo de la atención?
 - ¿Podría un psicólogo trabajar en el diseño de videojuegos?, ¿qué aportes crees que puede realizar?
2. Muchas de las definiciones y conceptos vertidos en este libro sobre los procesos cognitivos proponen divisiones entre los procesos mentales que cumplen un objetivo didáctico más que funcional. Lo cierto es que los procesos mentales actúan de manera coordinada y que muchos mecanismos y redes neuronales que algunos autores plantean ligados a una función, otros autores lo plantean vinculados a otra.

Preguntas para la discusión

- Identifica qué mecanismos descritos como vinculados a la atención también aparecen en otros capítulos vinculados a otras funciones.
- ¿Por qué crees que sucede esto?

Aprendizaje basado en problemas



Mira atentamente la imagen que te mostramos a continuación e imagínate que has sido contratado por la Intendencia para asesorar sobre la señalización de este tramo de la rambla de Montevideo.

- a. ¿Sugerirías algún tipo de cambio en la señalización? Argumenta por qué.
- b. ¿Qué marco teórico utilizarías para fundamentar tu respuesta?
- c. Diseña un experimento que permita obtener datos que aporten argumentos a tu propuesta.



Figura 3.5. Fotografía de la rambla de Montevideo
Fuente: Unidad de Comunicación FP-Udelar.