

Psicología de la Atención

TEMA 2 El estudio de la atención desde el procesamiento de la información

Profesor-tutor: Ángel José Pozo García
UNED-Sant Boi de Llobregat,
BARCELONA

ajpozo@santboi.uned.es

Grado Psicología 2017-18



Introducción

El Procesamiento de la información (P.I.) constituye una aproximación teórica cuyo objetivo es analizar los diversos procesos cognitivos internos que median entre la presentación de un estímulo (input) y la emisión de una respuesta (output).

Estos procesos mentales no son observables directamente, y los investigadores han desarrollado diversas técnicas para detectarlos y explorar su naturaleza.

Capítulo dedicado a exponer estas técnicas y paradigmas diseñados para estudiar el procesamiento de la información, que han permitido descubrir los mecanismos involucrados en la percepción, la clasificación y la emisión de respuestas ante la presencia de estímulos o eventos ambientales.

Las medidas conductuales más importantes para evaluar el rendimiento de las personas en tareas de procesamiento de la información han sido la **velocidad de respuesta** (T.R.) y la **precisión**.

En la actualidad, junto a estas se usan medidas fisiológicas.

Por ejemplo, midiendo la actividad eléctrica cerebral durante la realización de una tarea. También se utilizan las modernas técnicas de neuroimagen.

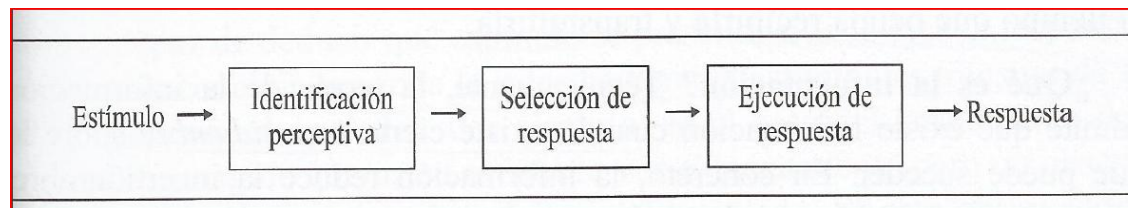
La aproximación teórica del procesamiento de la información

El procesamiento de la información (P.I.) es un enfoque teórico que analiza los procesos cognitivos internos que median entre la recepción de un estímulo y la emisión de una respuesta.

Diagrama de flujo, o flujograma correspondiente a un modelo general de procesamiento, ese modelo contempla tres estadios básicos:

- perceptivo o de identificación del estímulo,
- de selección de respuesta o toma de decisiones (traslación estímulo-respuesta), y
- programación y ejecución de respuesta.

Desde el enfoque del PI se asume que estos estadios de procesamiento suceden uno tras otro, y que el resultado –output- de un estadio de procesamiento constituye la entrada –input- del siguiente. Este modelo debería complementarse con un mecanismo atencional y un sistema de memoria.



El **mecanismo atencional** priorizaría o seleccionaría ciertas fuentes de información en detrimento de otras.

El **sistema de memoria** mantendría la información inmediata relevante para la tarea y almacenaría conocimientos que podrían recuperarse durante la ejecución posterior.

Aunque difieren entre sí los modelos específicos de PI respecto a las propiedades atribuidas a cada uno de los estadios de procesamiento,

Todos los modelos admiten la idea básica de que el PI puede ser descrito adecuadamente mediante diagramas de flujo o flujogramas que incorporan un mayor o menor número de estadios o actividades de procesamiento separadas.

La teoría de la información

Una idea fundamental del enfoque del PI es que **el ser humano no sólo actúa como un receptor de información sino también como un transmisor.**
(Shannon y Weaver, 1949)

El ser humano puede ser considerado de manera análoga a un **canal de información.** Y al igual que otros canales de información, hay que contemplar una **tasa de transferencia** de la información y una **eficiencia de la transmisión.**

Por ejemplo, imagina el caso de un operador de una centralita (en una central de control de procesos industriales o en una central de emergencias) cuya misión es la de transmitir la información recibida, procedente de diversas fuentes, hacia otros trabajadores situados en diversas ubicaciones.

El rendimiento del operador dependerá de la calidad de la información que reciba de las fuentes originales, así como de la velocidad y fiabilidad de su material técnico.

Pero a su vez, su rendimiento también se verá afectado por la **rapidez** y por la **precisión** con la que sea capaz de transmitir la información hacia otros operarios.

En definitiva, describir la tasa de transmisión de la información y su eficiencia obliga a **cuantificarla.** Una vez cuantificada podremos examinar el tiempo que ocupa recibirla y transmitirla.

¿Qué es la información)

La teoría de la información admite que existe información cuando existe cierta incertidumbre sobre lo que puede suceder.

La información reduce la incertidumbre.

Ejemplo, supongamos que nuestro operador de la central comete un error al enviar el mensaje recibido desde una fuente a esa misma fuente. Si ello ocurriera, la fuente original no escucharía nada nuevo a lo que ya conoce, por lo tanto, se podría concluir que el operador no ha transmitido ninguna información. Es decir como no existe reducción de incertidumbre no se transmite información.

La cantidad de información que transmite un estímulo dependerá, en parte, del número de posibles estímulos que pueden aparecer en una situación dada.

Por ejemplo, si presentamos repetidamente el mismo estímulo no cabe una reducción de la incertidumbre sobre qué estímulo aparecerá a continuación; es decir, el estímulo no transmitirá información alguna.

Pero si aparecen diversos estímulos al azar, existirá cierta incertidumbre sobre cuál será el siguiente que se presente, por lo que, en este caso, los estímulos sí que transmitirán información.

Cuantificando la información.

La cantidad de información presente en un estímulo se expresa habitualmente en **bits** (Binary digit) (no confundir bit con byte)

bit: información necesaria para discernir entre dos alternativas.

Byte: número de bits que un sistema de computación, ordenador, puede manejar, y es una medida de almacenamiento de la información.

Al igual que la información presente en un estímulo puede ser cuantificada en bits, con la respuesta transmitida por nuestro operador sucede algo semejante.

Si las respuestas del operador correlacionan perfectamente con el estímulo recibido, podemos concluir que toda la información del estímulo es transmitida fiablemente por el operador.

Por ejemplo, en el caso del lanzamiento de una moneda, imagina que no puedes ver el lanzamiento, pero un observador que sí asiste al acto le informa del resultado.

Si este observador es capaz de ver todos y cada uno de los lanzamientos y es cuidadoso en comunicarle los resultados, la información transmitida será la misma que la información presente en el estímulo (es decir, usted conocerá el resultado de cada lanzamiento simplemente escuchando al observador).

Sin embargo, si el observador comete un error —dice cara cuando el resultado fue cruz— la información contenida en el estímulo se perderá y la información transmitida se verá reducida.

La ley de Hick-Hyman

Experimentos para analizar la eficiencia de las personas en tareas de PI, esa eficiencia se ha descrito a menudo como una tasa de transmisión de la información expresada en bits por segundo (bit/s), por ejemplo utilizada para comparar la eficacia de diferentes tipos de codificación o la eficiencia exhibida por dos operadores diferentes.

Ley de Hick-Hyman, una de las leyes generales de rendimiento humano, relaciona el rendimiento en una tarea con la información transmitida.

(Dados un conjunto de estímulos con igual probabilidad de aparición y manteniendo constante el nivel de desempeño del sujeto, el TR se incrementará en una cantidad constante cada vez que se duplique el número de estímulos, reflejando la pendiente de la recta resultante la eficiencia del PI. (Fig 2.2)

, Obsérvese que la pendiente es más pronunciada cuando la relación entre estímulo y respuesta es arbitraria. (p. ej. Decir “juan” ante la presentación del número 6),

que cuando la respuesta es compatible con el estímulo, como decir “seis” ante la presentación del número 6).

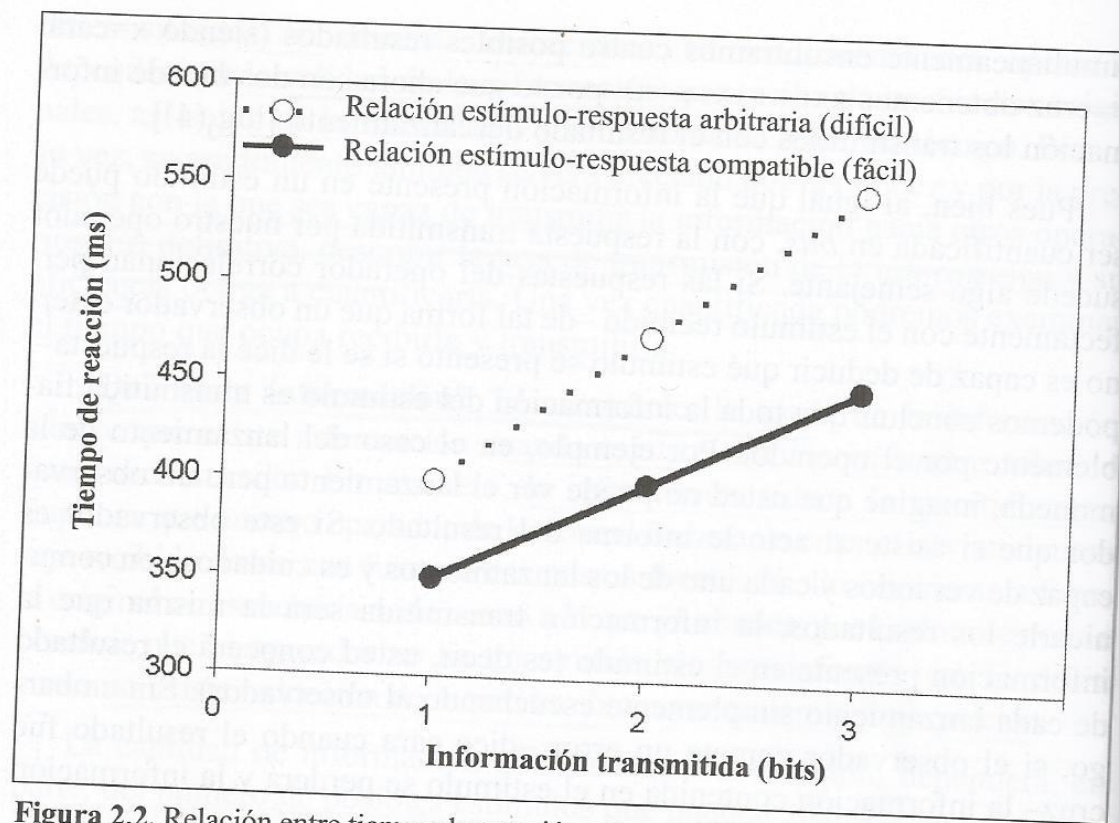


Figura 2.2. Relación entre tiempo de reacción y transmisión de la información, de acuerdo a la ley de Hick-Hyman.

La energía del procesamiento: el arousal

Además de la dimensión estructural del PI con los estadios de procesamiento.

El procesamiento necesita, además, de una especie de **capacidad o recursos mentales**, a modo de energía, que lo haga posible.

Al igual que en lo biológico, en lo psicológico todos los procesos requieren de algún tipo de capacidad, recurso o energía.

Una de las maneras en las que se ha entendido esta especie de energía ha sido como arousal

Por arousal se entiende el nivel general de activación de un organismo, que determina, en un momento dado, su disposición para actuar.

La energía del procesamiento: el arousal

La relación entre arousal y rendimiento fue analizada por Yerkes y Dodson en 1908.

Entrenaron a ratones a discriminar entre dos compartimentos o pasillos (uno claro y otro oscuro), de forma que el animal debía siempre acceder al más claro pues, de lo contrario, recibía una descarga eléctrica.

La dificultad de la tarea se manipuló alterando el contraste de luz entre ambos corredores.

La energía del procesamiento: el arousal

Se descubrió que, cuanto más fácil era la discriminación luminosa entre los compartimentos, mucho más rápido aprendía el ratón a acceder a la zona iluminada y a evitar la zona oscura (necesitaba menos ensayos para aprender. Además, en esta condición fácil, cuando el animal se equivocaba y accedía al compartimento oscuro, la rapidez del aprendizaje fue ligeramente proporcional a la intensidad de la descarga eléctrica suministrada. (Fig. 2.3, condición II).

Sin embargo, cuando se dificultó la discriminación entre los pasillos, el incremento de la intensidad de la descarga no siempre ocasionó un aprendizaje más rápido. En estos casos, la relación entre el tiempo para aprender a discriminar y la intensidad de la descarga adoptó una especie de forma de U, obteniéndose los mejores resultados de aprendizaje con una descarga moderada. En condiciones de dificultad mediada y elevada se obtenía el mejor rendimiento con una intensidad moderada el choque eléctrico.

La energía del procesamiento: el arousal

Esta relación entre activación (arousal) y rendimiento ha sido denominada Ley de Yerkes-Dodson.

La Ley de **Yerkes-Dodson** 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 en el que se obtendría el **mejor rendimiento, que se correspondería con niveles moderados de activación.**

En el experimento original, incrementar la activación del animal mediante un aumento progresivo de la descarga eléctrica generó un nivel de arousal óptimo para ejecutar la tarea sencilla, pero el nivel de arousal óptimo se superó (más allá de la meseta de la U invertida) para la tarea más complicada.

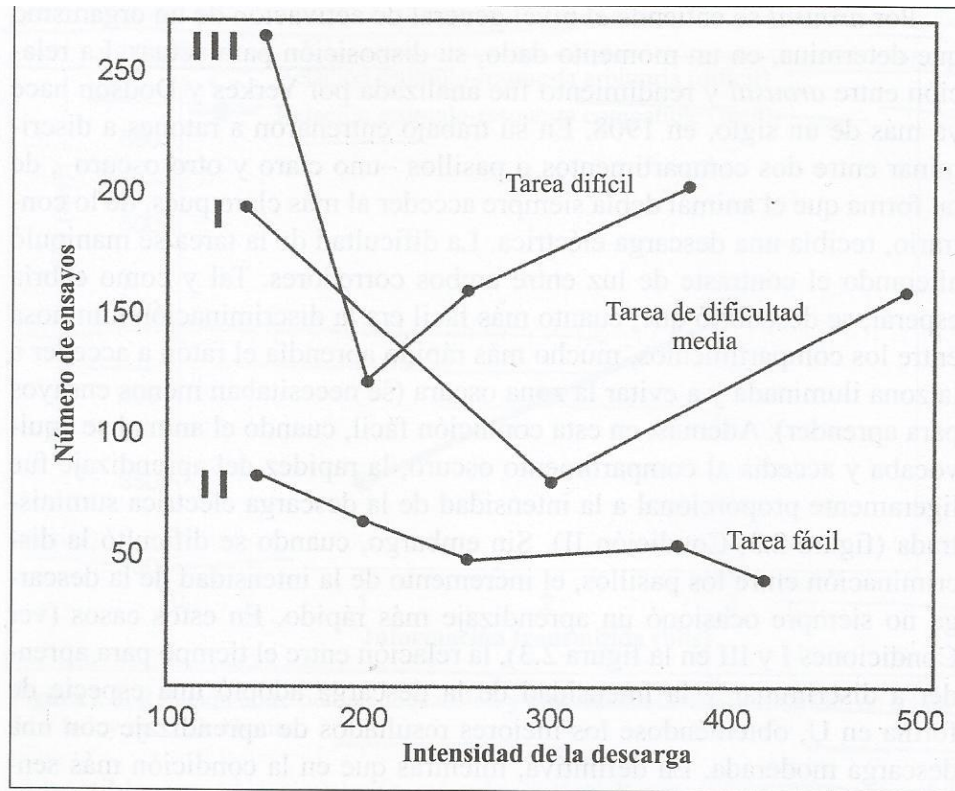


Figura 2.3. Número de ensayos necesarios para el aprendizaje en función de la intensidad de la descarga y de la dificultad de la tarea.

Fuente: Adaptado de Yerkes y Dodson, 1908.

La energía del procesamiento: el arousal

Algunos autores, han defendido que: los niveles de arousal afectan al rendimiento porque determinan el número de fuentes o señales informativas que pueden ser vigiladas (Easterbrook, 1959).

Según esto, un alto nivel de arousal permite ser más selectivos con la información y es beneficioso cuando se tienen que controlar unas pocas señales relevantes a la vez que ignorar otras distractoras.

Por el contrario, un nivel bajo, de arousal, ocasiona un mejor rendimiento cuando deben vigilarse muchas señales informativas.

Equiparando esta propuesta con la selectividad atencional **concluimos** que un alto nivel de arousal favorece una alta selectividad permitiendo, por ejemplo, focalizar la atención en el 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.

Arousal y rendimiento: variables moduladoras

Posteriormente al trabajo de Yerkes y Dodson, se ha explorado la **relación entre el arousal y el rendimiento utilizando una tarea de tiempo de reacción serial (SRTT –Serial Reaction Time Task-; Wilkinson, 1963)**

En esta tarea, los sujetos responden, pulsando la tecla correspondiente, ante el encendido de una de las cinco luces dispuestas horizontalmente.

Utilizando esta tarea, se ha descubierto que algunas de las variables que afectan negativamente al nivel de arousal -ruido, sueño, tiempo desempeñando la tarea, alcohol- incrementan los errores de respuesta y el tiempo de reacción. Alternativamente otras variables, que se asocian con altos niveles de arousal –incentivar el rendimiento, realizar la tarea en periodos tardíos del día- pueden, sin embargo, mejorar el desempeño de los sujetos (Parasuraman, 1984)

El rendimiento en tareas SRTT se ha explorado bajo condiciones de ruido y pérdida de sueño (Wilkinson, 1963). **La presencia de ruido disminuye el rendimiento en sujetos que han dormido adecuadamente, aunque mejora el rendimiento en sujetos sometidos a privación de sueño.**

Estos resultados son consistentes con la relación en forma de U invertida entre activación y rendimiento que propone la Ley de Yerkes-Dodson

Arousal y rendimiento: variables moduladoras

Tras un sueño normal, el ruido genera un exceso de arousal (lado derecho de la U invertida), que ocasionaría una disminución del rendimiento. Por el contrario, en situaciones de privación de sueño, el ruido compensa los bajos niveles de arousal elevándolos hacia la meseta de la U invertida.

Relacionado con el ruido un hallazgo que puede parecer contraintuitivo, pero coherente con la hipótesis de los niveles de arousal, demuestra que ofrecer incentivos al sujeto por un correcto desempeño en tareas SRTT contribuye a incrementar los efectos perjudiciales del ruido: si el arousal generado por el ruido resulta excesivo y por lo tanto perjudicial, ofrecer incentivos empeorará más la ejecución pues , pues éstos incrementarán el ya de por sí elevado nivel de arousal.

La duración de la tarea SRTT (incrementando el número de ensayos), también influye sobre el nivel de arousal. A priori, cuanto más tiempo se dedique a ejecutar la tarea el nivel de arousal debiera disminuir debido al cansancio. Si así fuera, los efectos negativos del ruido (que elevan el arousal) debieran ser contrarrestados progresivamente según aumenta el tiempo dedicado a la tarea.

Arousal y rendimiento: variables moduladoras

Broadbent, observó que esta hipótesis distaba de ser perfecta y no siempre se cumplía. Para explicar las inconsistencias, Broadbent, abandonó la noción de arousal unitario y propuso en su lugar, la presencia de dos tipos diferentes de arousal: arousal inferior y arousal superior.

El **arousal inferior** fue equiparado con la noción de arousal cortical y le afectarían variables de estado, como el ruido y la privación de sueño.

El **arousal superior**, por su parte, facilitaría todas las operaciones estratégicas, controladas por el sujeto, encaminadas a corregir los niveles infraóptimos o supraóptimos del arousal inferior. Este mecanismo superior sería semejante a una especie de "esfuerzo" cognitivo (Kahneman, Sanders).

Broadbent supuso que este mecanismo superior llega a debilitarse según se incrementa el tiempo dedicado a la tarea, y disminuye así la capacidad del sujeto para compensar los niveles de arousal inferior excesivamente altos o excesivamente bajos.

Por lo tanto, si los efectos de la privación del sueño y el ruido pueden contrarrestarse adecuadamente por el mecanismo superior durante los primeros bloques de ensayos de una tarea, este mecanismo pierde efectividad según transcurre la ejecución de la misma.

Arousal y rendimiento: variables moduladoras

Trabajo de **Anderson y Revelle**, 1982, ilustra cómo algunas variables afectan al nivel de arousal y pueden exacerbar o minorar los efectos producidos por otras variables.

En su experimento, se manipuló el nivel de arousal seleccionando a sujetos altos o bajos en impulsividad, y también, mediante la administración de cafeína (versus sustancia placebo). Una alta impulsividad refleja bajos niveles de arousal, mientras que la cafeína generalmente incrementa el nivel de arousal.

Se descubrió que la cafeína mejoró el desempeño de los sujetos con alta impulsividad porque ayudó a elevar su bajo nivel de arousal hacia un nivel óptimo. Por el contrario, el desempeño de los sujetos con baja impulsividad fue peor al administrarles cafeína porque sus niveles de arousal eran ya óptimos y la cafeína lo que hizo fue exacerbarlos (Humphreys y Revell, 1984).

IMPULSIVIDAD Y AROUSAL: TDAH

Hay ciertos estudios que apuntan que: bajos niveles de arousal están vinculados con el TDAH y la impulsividad.

También se sabe que la falta de sueño se asocia con la presencia de un bajo nivel de arousal, y también puede ocasionar unos síntomas parecidos a los del TDAH.

CHERVIN, 2002: descubrió que durante la infancia y la adolescencia temprana, la somnolencia durante el día puede estar relacionada con la conducta hiperactiva y/o impulsiva.

Si además de dormir poco, el niño ronca, ese riesgo de mostrar hiperactividad se duplica.

Por tanto, vinculando el TDAH y la falta de sueño, se podría sugerir la conveniencia de una intervención para niños diagnosticados de TDAH, dado que el roncar está frecuentemente causado por apneas, la que puede deberse a la presencia de amígdalas de gran tamaño, por lo tanto extirpar las amígdalas, en algunos casos, podría mejorar el TDAH

Un modelo de procesamiento inspirado en sistemas energéticos

Sanders propuso un modelo ampliado de procesamiento de la información en el que, junto a estadios de procesamiento contempló la participación de sistemas energéticos.

En la fig 2.4 se observa que los diferentes estadios de PI disponen de relaciones particulares con mecanismos energéticos relacionados con el esfuerzo. Esta propuesta se inspira en el modelo básico de procesamiento descrito, la 1º etapa abarca dos estadios (preprocesamiento del estímulo y extracción de características), 2º estadio de selección de respuesta y último estadio de ejecución de respuesta (ajuste motor).

Lo más relevante del modelo de Sanders es la incorporación de **tres sistemas energéticos** diferentes: **arousal, activación y 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 los niveles de arousal y activación.

También se observa que el preprocesamiento de un estímulo puede incrementar el nivel de arousal, lo que asimismo, afectaría al estadio posterior relacionado con la extracción de características.

Por otro lado, el sistema de esfuerzo (equiparado al procesamiento consciente) tiene influencia directa sobre la eficacia en la selección de la respuesta más apropiada para la tarea en curso.

El mecanismo de activación (equiparado con un estado de preparación o disposición para responder), influye sobre el ajuste motor o ejecución real de la respuesta.

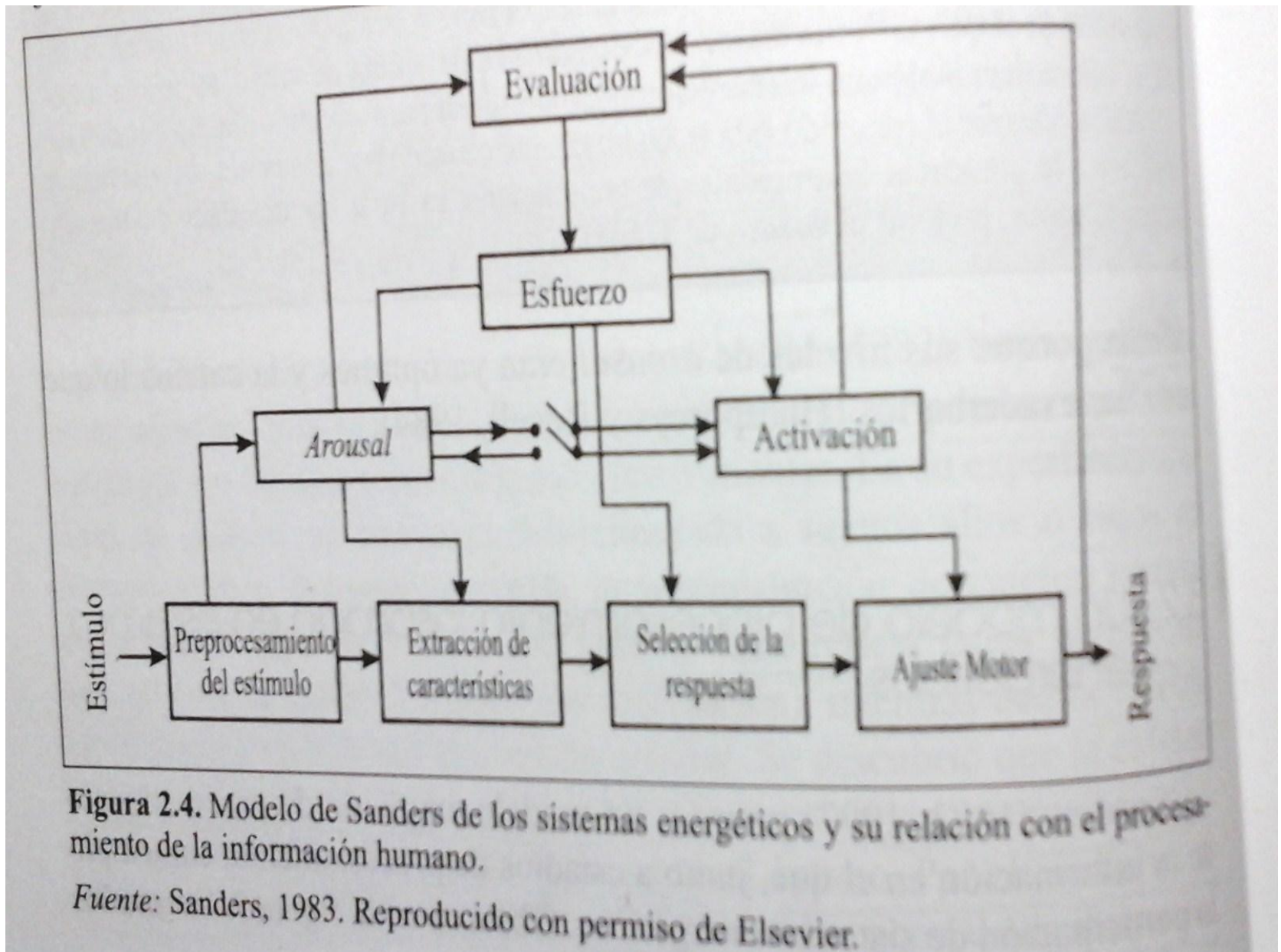


Figura 2.4. Modelo de Sanders de los sistemas energéticos y su relación con el procesamiento de la información humano.

Fuente: Sanders, 1983. Reproducido con permiso de Elsevier.

Medidas conductuales del procesamiento

La mayoría de tareas utilizadas para estudiar la atención desde la perspectiva del PI requieren que los sujetos respondan lo más rápido posible, pero vigilando a su vez la precisión, es decir, evitando errores. Las medidas conductuales (VD) más empleadas, son el tiempo de reacción (TR) y la precisión de la respuesta (correcta-error). Aunque otras medidas son utilizadas esporádicamente, como la presión o la fuerza con que se emite una respuesta.

Tiempo de reacción (TR)

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.

Tareas de tiempo de reacción

El TR es el tiempo que transcurre entre la aparición de un estímulo (E) y la emisión de la respuesta (R) correspondiente.

Tareas típicas de TR:

- Tarea de TR **simple** (presionar un pulsador cuando se escuche un sonido);
- tarea de TR de **elección o disyuntivo** (presionar el pulsador A ante la presentación de un cuadrado rojo y el pulsador B ante un cuadrado azul);
- tarea de TR **go/no go** (presionar un pulsador ante la presentación de un número par y no ejecutar respuesta ante un número impar);
- tarea de TR de **discriminación o tarea igual-diferente** (presionar el pulsador A si los dos estímulos son de la misma forma y el pulsador B si son de formas diferentes).

Las tareas requieren al participante ejecutar la respuesta lo más rápidamente posible, pero evitando errores.

Tareas de tiempo de reacción

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.

Por ejemplo, para un atleta, el TR de salida consiste en el intervalo de tiempo que transcurre entre el disparo del juez y el momento en el que abandona los tacos de salida. Pero a veces las salidas en falso son ocasionadas por una alta concentración y disposición para ejecutar una excelente salida.

Al igual que en el atletismo, una forma de estudiar en el laboratorio la predisposición de respuesta consiste en introducir una señal de alerta previa a la aparición del estímulo, con un intervalo temporal aleatorio. La señal advierte que el estímulo va a aparecer.

Los investigadores han descubierto que presentar muy brevemente dicha señal (menos de 150 ms) antes de la presentación del estímulo, contribuye a disminuir el TR, pero tiende a incrementar los errores (Bertelson): Una alta predisposición a responder por parte del sujeto, puede disminuir el TR, pero a costa de repercutir negativamente sobre la precisión.

El TR ante un estímulo no es constante sino que varía de ensayo a ensayo.

Precisión de respuesta

Utilizada como variable dependiente: Se calcula la proporción o porcentaje de respuestas correctas, o bien de los errores.

Durante la interpretación de los datos de precisión, la posibilidad de cometer un error depende del número de alternativas de respuesta: cuantas más alternativas existan, más bajo será el porcentaje de respuestas correctas debías al azar.

Equilibrio velocidad–precisión

La velocidad y la precisión están estrechamente vinculadas (Woodworth, 1899), de modo que enfatizar una de ellas afectará negativamente a la otra, (la VD, TR de mayor interés, pero es habitual registrar medidas de precisión).

La ventaja de usar las dos medidas es que permiten determinar si se ha producido algún efecto en el balance o equilibrio velocidad-precisión.

Por norma general, el TR y la precisión están directamente relacionados. Instrucción típica: “responda lo más rápidamente posible, pero evitando los errores”. Equilibrio velocidad-precisión: TR rápidos van acompañados de tasas de errores elevadas, y viceversa.

Medidas psicofisiológicas: potenciales evocados

Las medidas psicofisiológicas más habituales registran las fluctuaciones de diferencia de potencial en el cerebro. Se obtienen mediante colocación de electrodos sobre el cuero cabelludo de los sujetos.

La **EEG, electroencefalografía**, registra el procesamiento neuronal que ocurre en un intervalo temporal determinado. Para delimitar con mayor precisión el rango de actividad cerebral en un momento concreto, se suelen calcular los llamados potenciales evocados (ERP, event related potencial)

Un ERP se calcula promediando numerosos ensayos de EEG a partir de un evento concreto, que suele ser la presentación de un estímulo. Al promediar entre sí los ensayos se elimina el ruido aleatorio, así como cualquier otra actividad eléctrica que no guarde relación temporal con el procesamiento del estímulo. La onda promedio obtenida es el ERP y refleja, exclusivamente, la actividad neuronal resultante del procesamiento del estímulo presentado.

Posiciones de los electrodos sobre el cuero cabelludo para registrar la actividad eléctrica, según las áreas cerebrales: Frontales F3, Fz, F4. Centrales C3,Cz, C4, Parietales: P3, P4, Occipitales O1, O2. Los ERP se pueden calcular para cada una de estas regiones.

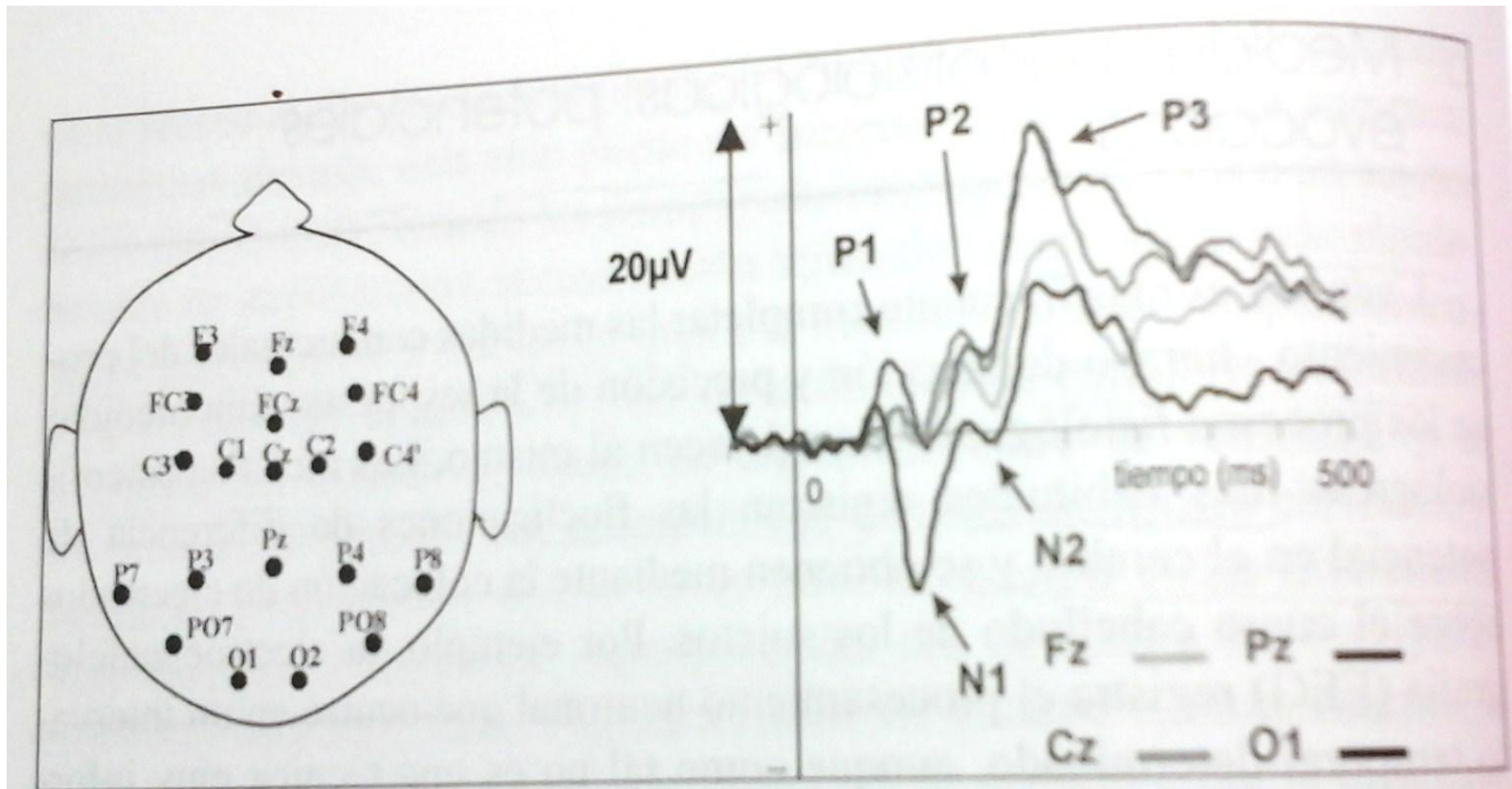


Figura 2.7. (Izquierda) Localización de los electrodos sobre el cuero cabelludo para la medida del EEG según el sistemas de Pivik et al. (1993). (Derecho) ERP ante una señal visual en función la localización de los electrodos.

Resumen para clase, Angel J. Pozo-C.A. Sant Boi- 2018

Componentes del ERP

Los ERP al ser una medida continua entre la presentación del estímulo y la emisión de la respuesta, su registro permite evaluar de forma precisa el transcurso temporal de los mecanismos atencionales.

En la figura 2.7 un sujeto respondió ante la presentación de un estímulo visual. Tanto la amplitud como la latencia de los diversos componentes del ERP pueden asociarse a eventos cognitivos específicos. Estos componentes, se designan con las letras N o P para indicar que dicho componente tiene un voltaje **negativo o positivo**, seguido de un **número** que indica el **orden serial** de ese componente (ej. : N1, sería el primer componente negativo)

Durante la ejecución de tareas visuales, en los ERP se observan **diversos componentes característicos, positivos y negativos.**

Componentes del ERP

NP80 (componente de oscilación negativa o positiva, emerge 80 ms después de la presentación del estímulo), P1, N1, P2, N2 y P3, según su orden temporal de aparición.

Los **componentes más tempranos** (NP80, P1 y N1) reflejan un **procesamiento abajo-arriba** (dirigido por el estímulo).

Por ejemplo, el componente NP80 depende de la posición de presentación del estímulo visual y suele registrarse en la corteza visual estriada, área encargada del procesamiento visual temprano (Clark y Hillyard, 1996)

El componente P1 es sensible a la lateralidad de la presentación, por lo que es de mayor magnitud en el hemisferio contralateral a la presentación del estímulo (Heinze, 1994)

El N1 parece estar vinculado a operaciones que discriminan la información relevante de la irrelevante (Vogel y Luck, 2000).

Este componente N1 exhibe una mayor amplitud para los estímulos atendidos que para los ignorados, lo que sugiere que la atención actúa amplificando el procesamiento visual temprano (Luck y Girelli, 1998).

Componentes del ERP

Uno de los componentes más estudiados es el **tercer componente positivo o P3** (denominado P300 o P3b). Registra su máxima amplitud en el electrodo Cz y suele obtener su máximo pico entre 330 y 600 ms después de la presentación del estímulo. Se supone que el P3 refleja la evaluación o categorización cognitiva del estímulo y su pico máximo coincide con el momento final de dicha evaluación (Donchin, 1978).

Algunos trabajos han demostrado que ese componente es sensible **a la actividad cognitiva relacionada con la emisión de la respuesta** (Verleger, 1977). En este sentido, los estímulos que se encuentran dentro del foco atencional provocan un P3 solamente si son relevantes para el desempeño de la tarea, es decir, cuando son targets y se debe responder ante ellos, pero no tanto cuando son distractores y deben ignorarse (Hillyard y Kutas).

Componentes del ERP

Las **relación del componente P3 con el target relevante** se observa durante la utilización del **paradigma oddball** (paradigma de la rareza). Consiste en presentar un estímulo estándar (visual o auditivo) que se repite de forma reiterada (p. ej., un sonido de una frecuencia concreta). Ocasionalmente, aparece un estímulo diferente (un oddball con frecuencia diferente) y el sujeto debe, o bien detectarlo, o bien indicar cuántas veces se ha presentado. Pues bien, en los ensayos en que aparece el oddball se observa claramente la emergencia de un componente P3. En estos casos, la amplitud de este componente P3 se cree que refleja procesos involucrados en la actualización de la memoria (Donchin y Coles, 1988) pues sólo cuando aparece el oddball se supone que la memoria para el mismo necesita actualizarse.

Hay que advertir que la amplitud del P3 puede verse afectada por muchas otras variables, tales como la complejidad de la tarea o la intensidad del estímulo presentado (Johnson, 1993)

Componentes del ERP

El paradigma oddball también se ha empleado para examinar cómo afecta cambiar las propiedades acústicas de un estímulo auditivo que debe ignorarse.

A la vez que se ejecuta una tarea relativamente pasivo, como leer un texto, se presentan una serie de tonos de corta duración (tonos de 60 ms y con una frecuencia de 1000Hz).

Ocasionalmente aparece un tono discordante, oddball, con una intensidad, duración o frecuencia ligeramente alterada.

Si se analiza la diferencia entre los ERP generados por el tono estándar y por el tono oddball se suele descubrir que esta diferencia es mucho mayor en las áreas frontocentrales del cerebro.

A esta diferencia se le denomina potencial de disparidad (mismatch negativity) y 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.

Técnicas de neuroimagen

Las técnicas de neuroimagen nos permiten observar la actividad cerebral relacionada con la ejecución de las tareas.

Dos técnicas de neuroimagen muy utilizadas, son la **tomografía por emisión de positrones (PET)** y la **resonancia magnética funcional (RMf)**. En ellas, las personas realizan una tarea en el interior de un escáner.

La actividad cerebral registrada durante la ejecución de esta tarea se sustrae de la actividad registrada en un periodo de línea base (en que no se realiza la tarea atencional) consiguiendo aislar la actividad que es propia del proceso de interés.

Se obtiene así, una imagen de la actividad cerebral asociada con los componentes de la tarea específica.

En la **PET**, el participante inhala o se le inyecta un marcador radioactivo (agua marcada con oxígeno-15 que es un isótopo radioactivo). Estas moléculas marcadas, al desplazarse a través del flujo sanguíneo cerebral regional (RCBF), pueden utilizarse para medir el metabolismo del cerebro.

Las imágenes obtenidas señalan aquellas zonas cerebrales en las que el flujo sanguíneo se incrementó para suministrar más oxígeno. Se supone que estas áreas que muestran incremento, están involucradas en la ejecución de la tarea cognitiva requerida.

La PET puede ser muy sensible a diferencias metodológicas entre tareas, y es una técnica limita en resolución espacial (Corbetta, 1998).

Técnicas de neuroimagen

Las imágenes obtenidas mediante **RMf** están basadas en las características magnéticas de los diferentes niveles de oxígeno en sangre, obtenidos en la respuesta BOLD (Blood oxygen level-dependent).

Las regiones cerebrales que se activan durante la ejecución de la tarea o proceso cognitivo requieren una mayor cantidad de oxígeno que es suministrado a través de la sangre. Este incremento en el nivel de oxígeno en sangre se registra en la RMf recurriendo a las propiedades magnéticas de la sangre y tejidos circundantes.

Contrariamente a lo que sucede en la PET, la **RMf no es una técnica invasiva**, aunque el tiempo en el interior del escáner puede generar cierta incomodidad.

Las imágenes obtenidas por resonancia magnética tienen una elevada resolución espacial, en torno a 1 mm, y cada vez mayor precisión en el dominio temporal.

(Es posible estudiar respuestas BOLD ante eventos únicos, utilizando RMf ligada a eventos)

Otra técnica, es la **magnetoencefalografía (MEG)**. Se fundamenta en las características del campo magnético generado por las corrientes dendríticas.

La resolución temporal es relativamente detallada y precisa, pero la resolución espacial no lo es. Es difícil vincular la señal magnética a una zona cerebral concreta más allá de grandes regiones.

Técnicas de neuroimagen

Otra técnica para localizar el sustrato cerebral de las funciones psicológicas es la **estimulación magnética transcraneal (TMS)**.

Se emiten breves pulsos electromagnéticos mediante una bobina eléctrica, que, aplicada en una zona determinada del cráneo, interfieren con el tejido neuronal subyacente. La aplicación de dichos pulsos se realiza, o bien antes, o bien durante la ejecución de una tarea cognitiva

Se considera que una TMS de baja frecuencia (<1 Hz) ocasiona una lesión virtual, es decir, una limitación transitoria en la zona cerebral afectada que afectaría negativamente a la ejecución de la tarea.

Por otra parte, una TMS de alta frecuencia (>5 Hz) podría incrementar la actividad neuronal, mejorando así el rendimiento en la tarea concreta