

Capítulo 8

Carga mental, consciencia situacional y error humano

Comprender la habilidad de los controladores aéreos para dividir su atención entre múltiples aeronaves, o la de los operadores de radar para localizar submarinos enemigos, provocaron mucha investigación de cuestiones relacionadas con los límites de la atención dividida, de la atención selectiva y de la vigilancia. Motivados por el interés por resolver problemas prácticos cotidianos. (Visualizar información: pantallas o monitores (ergonomía visual). Medir y describir las demandas atencionales que impone una tarea o predecir en qué momento de la ejecución, el operador humano puede llegar a cometer errores.

En la sociedad los mayores cambios se han producido en relación con la naturaleza del trabajo. Ha habido un gran desarrollo tecnológico que ha transformado la actividad laboral, propiciando nuevos trabajos y alterando la manera en la que se ejecutan.

La tendencia ha sido reducir, paulatinamente, las demandas físicas impuestas al operador. (Operador: persona que desempeña una actividad en un contexto aplicado. Vinculado con la psicología del trabajo y de las organizaciones, y con la ergonomía cognitiva. En un trabajo (ejemplo, secretaria, han disminuido las demandas físicas, pero se han incrementado espectacularmente las demandas cognitivas).

En este capítulo se expone cómo se registran y miden las demandas mentales impuestas por las tareas, y describiremos cómo manejan las personas estas demandas, recurriendo al mecanismo atencional. Y la aparición de errores.

El concepto de “carga mental” alude a las demandas de procesamiento que impone la ejecución de una tarea cognitiva.

Gopher y Donchin (1986) entienden la carga mental como la diferencia existente entre la capacidad de procesamiento que requiere una tarea y la capacidad de procesamiento disponible en el operador. (Observar que la carga no depende exclusivamente de los requisitos de la tarea, sino también, de la capacidad de procesamiento del individuo. Por esta razón, ante una misma tarea, la carga mental experimentada por una persona puede ser diferente a la experimentada por otra. Además, la carga impuesta por una tarea, o conjunto de tareas, estará en función del tipo de capacidades físicas y mentales que se exijan. En definitiva, averiguar qué son estas capacidades mentales y cómo puede ser evaluada la carga mental.

2. Carga mental y recursos de procesamiento

Carga mental: diferencia existente entre la capacidad de procesamiento requerida por la tarea y la capacidad de procesamiento disponible en el operador. Exige explicar a qué nos referimos al hablar de capacidad.

Hemos utilizado varios términos para describir la carga mental, tales como esfuerzo, arousal y recursos.

El esfuerzo, es un término genérico que se refiere a la puesta en marcha de un esfuerzo físico consciente.

El arousal es un término que alude a la disposición o nivel de activación necesario para realizar una tarea.

Los recursos son unas hipotéticas reservas de procesamiento que abarcan disposiciones sensoriales, motoras y cognitivas.

Estos tres términos se interrelacionan frecuentemente.

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

Generalmente, la carga mental aparece cuando se necesita realizar un esfuerzo y hacer uso de los recursos de procesamiento disponibles. Pero no todas las tareas imponen una carga mental mensurable. La experiencia de carga mental emergerá, solamente, cuando nuestras capacidades sean sometidas a una considerable demanda. Así, fuentes de carga mental aparecerán al realizar tareas con limitaciones energéticas (p. ej.: ejecutar una actividad compleja con privación de sueño), con limitaciones estructurales (p. ej.: pedir al sujeto que atienda simultáneamente a la información que se presenta enfrente y detrás) o con escasez de recursos (p. ej.: ejecutar varias tareas complejas a la vez).

2.1. Arousal y carga mental: el modelo del recurso único

Lo mismo que sucedía con los niveles de arousal (ley de Yerkes-Dodson), se ha observado aquí, relacionando la carga mental y el arousal, que el desempeño se beneficia si existe una cantidad moderada de carga mental. Es decir, bajos niveles de carga pueden ocasionar aburrimiento y estados de alerta mínima que repercutirán negativamente sobre la ejecución de la tarea, mientras que una carga excesiva tendrá efectos opuestos que perjudicarán también el desempeño.

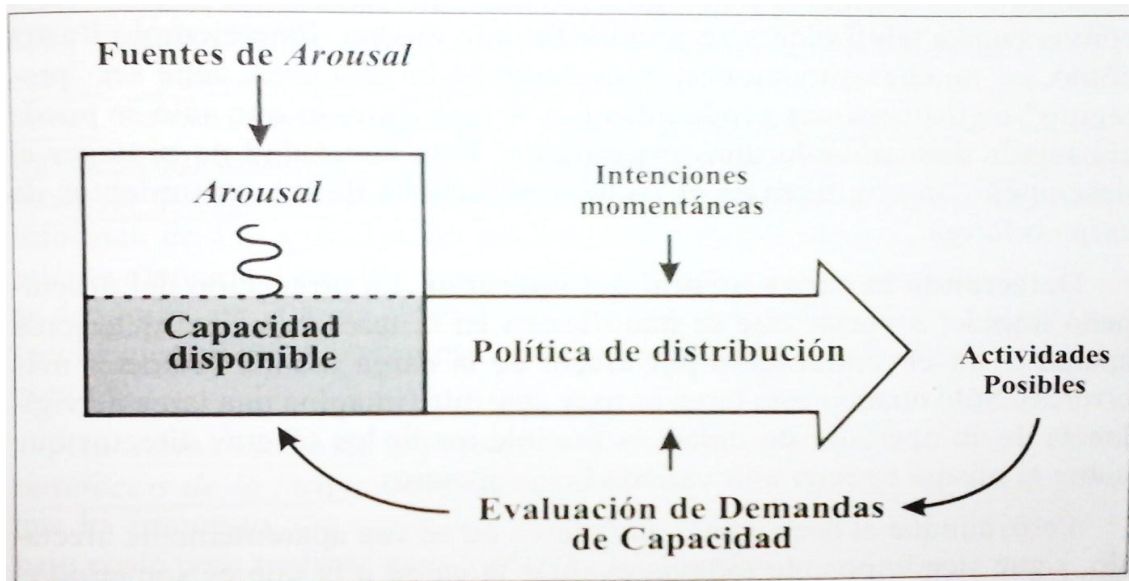
Por tanto, la meta del psicólogo consistirá en diseñar tareas o situaciones que requieran niveles moderados de carga mental en las personas.

El modelo energético de Kahneman

Modelo atencional del recurso unitario: Este modelo entiende la atención como un suministro energético limitado.

(Ejemplo: manteniendo constante la presión de entrada, si abrimos varios grifos en una vivienda observaremos que el caudal de agua disminuye en cada uno de ellos debido a que debe distribuirse entre todas las tomas).

De forma semejante, conforme al modelo de Kahneman, si realizamos varias tareas simultáneamente, la energía atencional debe distribuirse entre ellas según una política de distribución, de tal manera que dedicar más energía o recursos atencionales a una tarea implicará perjudicar el desempeño de otra. Se dice que es un modelo de recurso único o unitario, porque la energía atencional es genérica y, como tal, aplicable a cualquier tarea.



El concepto de carga mental tiene su origen en el modelo atencional del recurso unitario. Este modelo guarda una estrecha relación con el arousal, y su máximo exponente es Kahneman.

En la figura se observa el nivel de arousal de un individuo, que determina la capacidad o energía atencional disponible para afrontar las diferentes actividades. Esta energía atencional es semejante a un conjunto único de recursos energéticos limitados que debe distribuirse entre cada tarea.

El desempeño se verá afectado cuando las demandas impuestas por las tareas en su conjunto excedan los recursos disponibles del operador. En estos casos, el operador tendrá que establecer unas prioridades con objeto de distribuir adecuadamente los recursos entre cada una de ellas. A este proceso se le denomina “política de asignación o distribución de recursos”. Esta política de distribución contempla la presencia de un mecanismo comparador, que evalúa los recursos disponibles en función de las actividades que debe llevar a cabo el operador humano.

La necesidad de aplicar esta política se hace evidente cuando las situaciones a las que nos enfrentamos son complejas o peligrosas. En estos casos, la adecuada realización dependerá del éxito que tenga el control atencional en mantener prioridades.

Ejemplo: conducir a la vez que se habla por un móvil puede ser simultaneado si las demandas atencionales impuestas por ambas tareas son rutinarias. Sin embargo, cuando las condiciones ambientales incrementan las demandas mentales, tal como sucede cuando el clima es adverso o si se conduce por calles desconocidas, seguramente los recursos atencionales del conductor serán destinados en exclusiva a la conducción, lo que dificultará seguir con la conversación telefónica y se pondrá fin a la misma. Este ejemplo ilustra cómo, en muchas situaciones, el desempeño en una tarea debe ser “protegido” de distorsiones producidas por el ambiente, lo que sólo se puede conseguir manteniendo unas prioridades. Esta necesidad de proteger el desempeño en una tarea es el factor responsable de los sentimientos de carga o fatiga.

Detectando la carga mental del operador.

Proteger el desempeño impide que se manifieste en la tarea principal el deterioro aparente en el rendimiento por efecto de la carga mental (cometer más errores). Sólo cuando la tarea es

muy sensible (ejemplo: tarea de vigilancia de un operador de radar) es factible medir los efectos directos que sobre ella ejercen una variedad de estresores.

Para evaluar la carga a la que está sometido el operar, registramos ciertos costes compensatorios, tales como: detectar un incremento en actividad simpática, o también, a través de sentimientos subjetivos de esfuerzo y tensión psicológica manifestados por el sujeto.

Se sabe que las personas que cometen más errores en condiciones estresantes exhiben menos costes compensatorios (bajos niveles de catecolaminas –hormonas que se utilizan como medidas de la carga mental-, estrés y esfuerzo subjetivo) que las personas que realizan adecuadamente la tarea, pues estas últimas protegen su desempeño más eficazmente (Lundberg, Frenkenhaeuser, Wilkinson, 1962).

Otro indicador que denota la existencia de alta carga mental es el ajuste de estrategias para proteger el desempeño. Cuando las demandas son elevadas las personas optará, si les es posible, por utilizar estrategias que impliquen menos esfuerzo. Un ejemplo de estas estrategias es el “estrechamiento atencional”. Este estrechamiento se refiere a la tendencia que exhiben algunos individuos, bajo condiciones de alto estrés, a restringir de forma inapropiada su atención a un limitado y pequeño conjunto de fuentes de información del total disponible.

Ejemplo: Tras haber indicado simplemente a los sujetos que iban a experimentar condiciones de alta presión en una cámara hiperbárica, restringieron su atención a los estímulos presentados centralmente, en una tarea de detección, ignorando los estímulos periféricos (Weltman, Smith y Egstrom, 1971).

También se han observado consecuencias perniciosas del estrechamiento atencional en pilotos de aerolíneas. Cuando algunos pilotos detectaban un problema a través de un indicador tienden a focalizar su atención en el mismo, retirando la atención de otros indicadores necesarios para el vuelo. Según los informes de las agencias de investigación de accidentes, este estrechamiento atencional ha sido responsable, en numerosas ocasiones, de lo que se denomina en la jerga aeronáutica “vuelos controlados contra el terreno” (accidentes en lo que el piloto tenía, paradójicamente, la aeronave bajo su control).

Un último efecto de la protección del desempeño tiene que ver con los posefectos de la fatiga. Tras haber ejecutado una tarea estresante o ardua que ha impuesto alta carga, las personas tienden a utilizar estrategias de bajo coste para realizar otras tareas (Hockey, 1993).

Experimento curioso que demuestra la estrecha relación entre carga y desempeño (Lavie, Gopher y Wollman, 1987):

Los sujetos de este estudio fueron privados de sueño durante 28 horas. Posteriormente y hasta completar las 36 horas, se les pidió que alternasen entre la realización de una tarea de TR de elección, que duraba 13 minutos, y que se tumbaran en una cama durante 7 minutos.

Cada sujeto pasó por dos condiciones. En la 1ª, se les dijo que durmieran cuando estuvieran en la cama; en la 2ª, se les dijo que intentaran permanecer despiertos en la cama. En una y otra condición no aparecieron diferencias en el tiempo dedicado a dormir, pero la instrucción sí afectó a los TR obtenidos. Intentar permanecer despierto (aunque no se consiguiera) generaba

una carga mental que sustraía recursos destinados a la realización de la tarea de elección, con el consiguiente menoscabo de ésta.

2.2. El modelo de los recursos múltiples

Hay cosas que no puede explicar el anterior modelo de recursos únicos. Por ejemplo: dos tareas de idéntica dificultad pueden ejercer diferentes efectos sobre una tercera tarea, de tal modo que una de ellas la puede interferir pero no la otra.. Este descubrimiento sugiere que, en lugar de compartir un conjunto único de recursos genéricos, las tareas pueden estar utilizando recursos múltiples de diferente naturaleza.

Sólo en el caso en que dos tareas precisen del mismo tipo de recursos, el rendimiento se verá deteriorado.

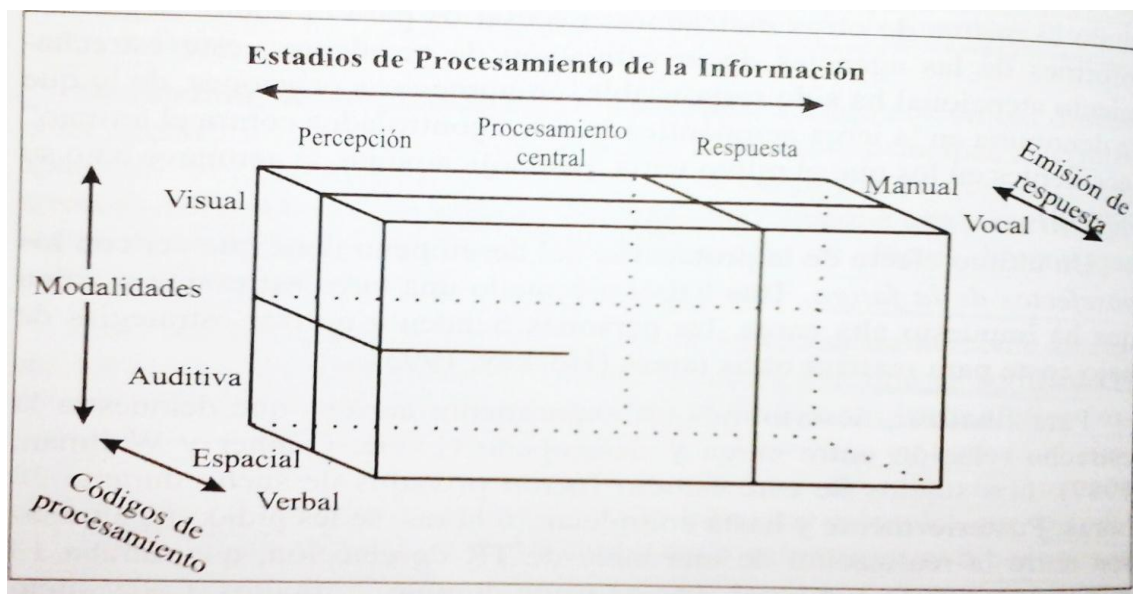


Figura 8.2. Modelo de los recursos múltiples de Wickens, 1984. Se asume que las diferentes modalidades sensoriales, los códigos de procesamiento, los estadios de procesamiento y las modalidades de respuesta disponen de un pool independiente de recursos atencionales.

Se han desarrollado muchas técnicas para evaluar la carga mental, que están próximas al enfoque de los recursos múltiples. El enfoque de los recursos múltiples propone que diferentes tipos de tareas pueden utilizar recursos independientes de diferente naturaleza, que disponen a su vez de sus propias reservas de capacidad. Esto supone que, si dos tareas precisan recursos diferentes, ambas pueden ser ejecutadas a la vez de forma adecuada, y sus efectos combinados sobre la carga mental del operador serán más bajos que si ambas compartieran los mismos recursos. (Ver ejemplo de la figura 8.2) Propone la existencia de recursos separados para cada estadio básico de procesamiento (perceptivo, procesamiento central y respuesta). También propone recursos diferentes para los distintos tipos de procesamiento (espacial y verbal), de modalidades sensoriales (visual y auditiva) y de respuestas (manual, vocal).

Aunque es inadecuado como modelo explicativo de la atención, el enfoque de los recursos múltiples puede servir como marco de trabajo útil para predecir el desempeño de un operador ante tareas complejas. Su ventaja es que permite definir las tareas en términos que son relativamente fáciles de representar. Los investigadores lo utilizan para realizar predicciones

sobre la capacidad para compartir tiempos entre tareas (time-sharing, capítulo 6). El modelo predice la existencia de una adecuada distribución de tiempos entre tareas si cada una de ellas utiliza recursos distintos, por lo que, en este caso, incrementar las demandas de una tarea influirá poco sobre el desempeño en la otra.

3. Estrategias de procesamiento.

Ejemplo: Una tarea compleja, que impone altas demandas de procesamiento, obliga a las personas a programar y ejecutar sus diversos componentes recurriendo a estrategias diversas.

La aplicación de las estrategias puede diferir de una persona a otra o de una situación a otra. El cambio de estrategia en sí mismo, puede ser un indicador de la presencia de carga mental.

Trabajos realizados con controladores aéreos son un buen ejemplo de cómo se aplican los cambios de estrategia (Sperandio, 1971). Se descubrió que, durante la maniobra de aproximación de las aeronaves al aeropuerto, los controladores utilizaban dos estrategias diferentes:

Cuando la carga mental a la que eran sometidos era escasa (p.ej.: poco tráfico aéreo), los controladores buscaban la eficacia en términos de dirigir al avión por la ruta más corta y directa.

Sin embargo, cuando la carga era elevada (p.ej.: congestión de tráfico aéreo), el controlador dirigía a la aeronave según los procedimientos y rutas publicadas en las cartas de aproximación, que podían incluir incluso un patrón de espera de la aeronave antes de aterrizar.

Aunque esta segunda estrategia es menos eficiente que la primera en términos de ahorro de tiempo, es mucho más adecuada pues permite afrontar situaciones complejas de alta carga con la consiguiente repercusión en seguridad.

Un parámetro que ejerce gran influencia sobre el tipo de estrategia seleccionada es el nivel de destreza que exhibe la persona.

El entrenamiento y la experiencia pueden determinar el tipo de estrategias puestas en marcha por el individuo, afectando incluso al tipo de procesamiento al que son sometidos los estímulos.

Ante ciertas tareas, las personas con elevada experiencia y destreza tienden a procesar la información de forma automática, es decir, “rápidamente, en paralelo y sin esfuerzo aparente” (Egmeier, Wilson, Kramer y Damos, 1991), por lo que no están sujetos a las limitaciones de un procesamiento controlado que depende de los recursos disponibles.

Las tareas que han sido automatizadas, debido a su práctica reiterada, pueden compartir tiempos con otras tareas y, así, pueden desempeñarse de forma simultánea, sin que se produzcan deterioros en el rendimiento (Strayer y Kramer, 1990).

4. Medidas de carga mental

Tres son los tipos de medidas empleados para evaluar la carga: fisiológicas, conductuales y subjetivas.

4.1. Medidas fisiológicas

Medida de los cambios en los sistemas fisiológicos del organismo, que se producen como respuesta a las demandas impuestas por la tarea.

Existen dos conjuntos genéricos de medidas fisiológicas: relacionadas con el nivel de arousal y las relacionadas con la actividad cerebral (Gopher, 1994).

Medidas de arousal.

El supuesto básico es que determinados sistemas fisiológicos relacionados con el arousal se activan siempre que las demandas requeridas por una tarea impongan mayor esfuerzo mental al operador. Los más utilizados han sido los cambios en tamaño pupilar y la variabilidad de la frecuencia cardíaca.

Los cambios en activación parasimpática del sistema nervioso autónomo se reflejan en alteraciones del diámetro pupilar. Cuanto más elevadas son las demandas de la tarea, mayor es el tamaño de la pupila..

En el ámbito científico se ha descubierto que los cambios pupilares, resultado del esfuerzo cognitivo, son de pequeña magnitud si se compara con aquellos cambios debidos a variaciones en el nivel de luz ambiental o a cambios en la convergencia ocular. Por este motivo, el registro de estos cambios (pupilometría) exige utilizar técnicas de medida muy precisas, junto con un control estricto de las condiciones estímulares y luminosas.

Utilizando técnicas pupilométricas, se ha descubierto que el diámetro pupilar se muestra sensible ante una variedad de fuentes de carga mental, tales como carga de memoria, tareas de clasificación y complejidad en la respuesta motora (Beatty, 1982).

Los cambios cardiovasculares están también asociados con alteraciones del nivel de arousal así como con el esfuerzo mental y físico.

Aunque los incrementos de la frecuencia cardíaca exhiben una correlación con los incrementos de la carga mental, la frecuencia cardíaca, en sí misma, es mucho más dependiente del esfuerzo físico. Por esta razón, el mejor indicador de la carga mental es la variabilidad de la frecuencia cardíaca (cambios de la frecuencia en un breve intervalo de tiempo), pues conforme se incrementa el esfuerzo mental, uno de los componentes de la variabilidad de la frecuencia cardíaca disminuye (Vicente, Thornton y Moray, 1987).

Medidas de la actividad cerebral.

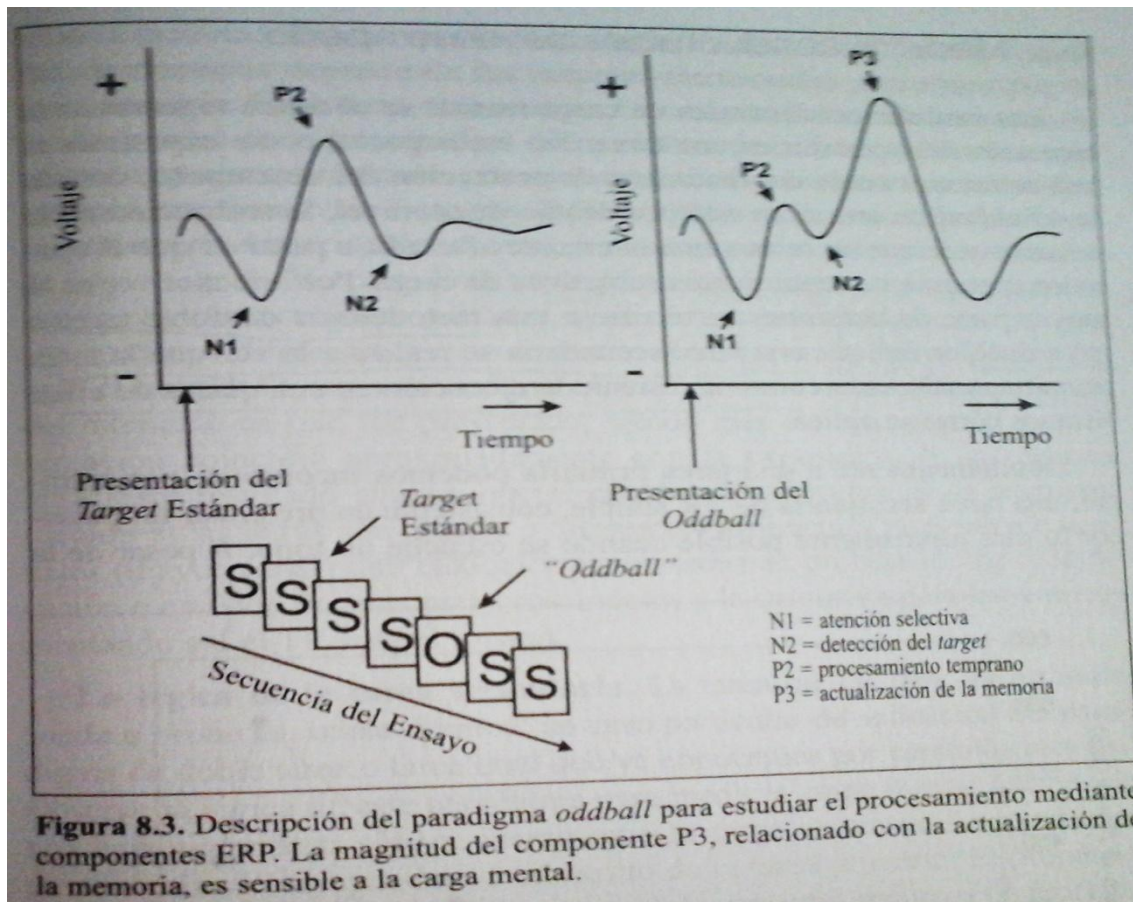
Los potenciales evocados (ERP) detectan también, el nivel de carga mental. (Hablamos de ellos en el capítulo 2). Las modificaciones de la dificultad de la tarea pueden manifestarse a través de los diversos componentes de los ERP. Los ERP son sensibles a la prioridad que se otorgue a una tarea frente a otra.

Por ejemplo, bajo condiciones de doble tarea, se ha observado que la magnitud de los componentes ERP asociados con una tarea primaria (alta prioridad) es mayor que cuando la tarea es designada como secundaria (baja prioridad). Estos cambios de intensidad en la activación demuestran “la competencia que se produce entre dos tareas concurrentes que deben compartir un conjunto limitado de recursos de procesamiento” (Gopher, 1994).

Un componente que parece estar claramente asociado con la carga mental es el P3 (P300). Este componente es de gran magnitud cuando aparece un estímulo inesperado. En el

paradigma oddball (descrito en capítulo 2) un estímulo estándar se repite reiteradamente, tiempo durante el cual el componente P3 es de menor magnitud. Pero cuando aparece el estímulo oddball (discordante), el componente P3 exhibe mayor amplitud. P3 parece reflejar la cantidad de procesamiento al que es sometido el estímulo oddball y, refleja la actuación de mecanismos de actualización y consolidación en la memoria.

En definitiva, P3 es un componente sensible a los procesos de evaluación del estímulo, y como tal, indica la presencia de una demanda en la tarea que genera carga mental en el operador.



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

En un estudio realizado con operadores de radar (en condiciones simuladas) se analizó la influencia que ejercía un tono auditivo que debía ser ignorado, y que se presentaba esporádicamente bajo diversos niveles de carga en la tarea principal ante el radar. Respecto a una línea base, se encontró que la amplitud, tanto de los componentes tempranos de los ERP (N1, N2 y el potencial de disparidad) como del componente P3, fue sensible a la aparición del tono.

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

4.2. Medidas conductuales del desempeño

Se recurre a metodología de doble tarea o tarea dual, en las que una tarea secundaria se realiza a la vez que la tarea primaria, analizando cómo se resiente la ejecución en cualquiera de ellas.

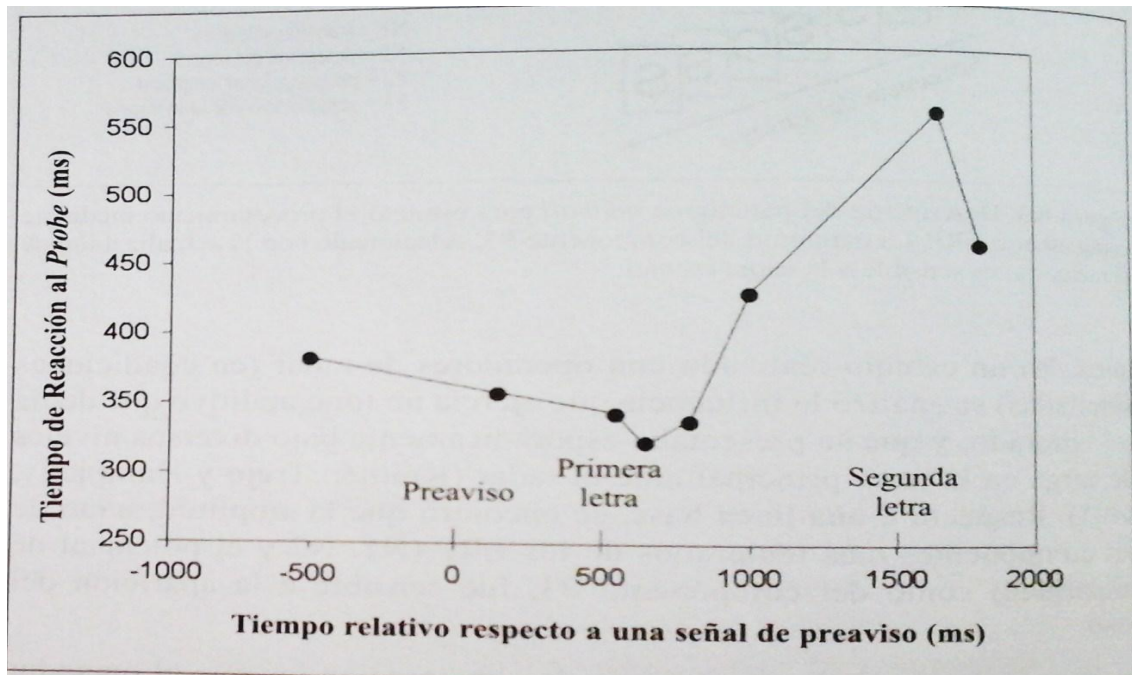


Figura 8.4. Tiempo de reacción al estímulo sonda (*probe*) durante una tarea de juicios igual-diferente. Se asume que el tiempo de reacción al *probe* refleja las demandas de capacidad requeridas por la tarea primaria.

Simultáneamente a una tarea primaria se incorpora una tarea secundaria de TR simple, (presionar un pulsador lo más rápidamente posible cuando se escuche un tono).

Por ejemplo en Posner y Boies, utilizan un tipo de tarea secundaria de detección de un tono, junto a una tarea primaria de emisión de juicios igual-diferente. La tarea primaria consiste en juzgar, presionando el correspondiente pulsador, si dos letras presentadas una tras otra son iguales o diferentes.

En la figura 8.4 se observa en TR ante el tono de la tarea secundaria experimentó variaciones dependiendo del momento que fue presentado, siendo más elevado cuando su presentación coincidió aproximadamente con la exposición de la segunda letra.

Este resultado sugiere que el estadio de selección de la respuesta (decidir si las letras son iguales o diferentes) utiliza más recursos atencionales (mayor carga) que cualquier otro estadio de procesamiento (codificación o emisión de respuesta), restándolos a la detección del tono e incrementando así el TR ante el mismo.

La lógica de la tarea secundaria.

El propósito de la tarea secundaria es, el de consumir recursos de procesamiento que, de otra manera, estarían disponibles para afrontar cambios de dificultad en la tarea primaria. Esta sobrecarga en la capacidad de procesamiento se refleja en el desempeño del operador (en cualquiera de las dos tareas) y no puede compensarse por el mero hecho de poner más empeño.

Utilizando este procedimiento de tarea secundaria podemos evaluar el desempeño tanto en la principal (la más relevante) como en la secundaria.

Este procedimiento se ha utilizado para estudiar el desempeño de conductores que, a la vez que controlaban el vehículo, debían escuchar y evaluar una serie de frases emitidas a través de un teléfono. Las tareas más automatizadas, como cambiar a la marcha apropiada, no se vieron afectadas por la conversación, pero sí otras más controladas como la estimación de distancias.

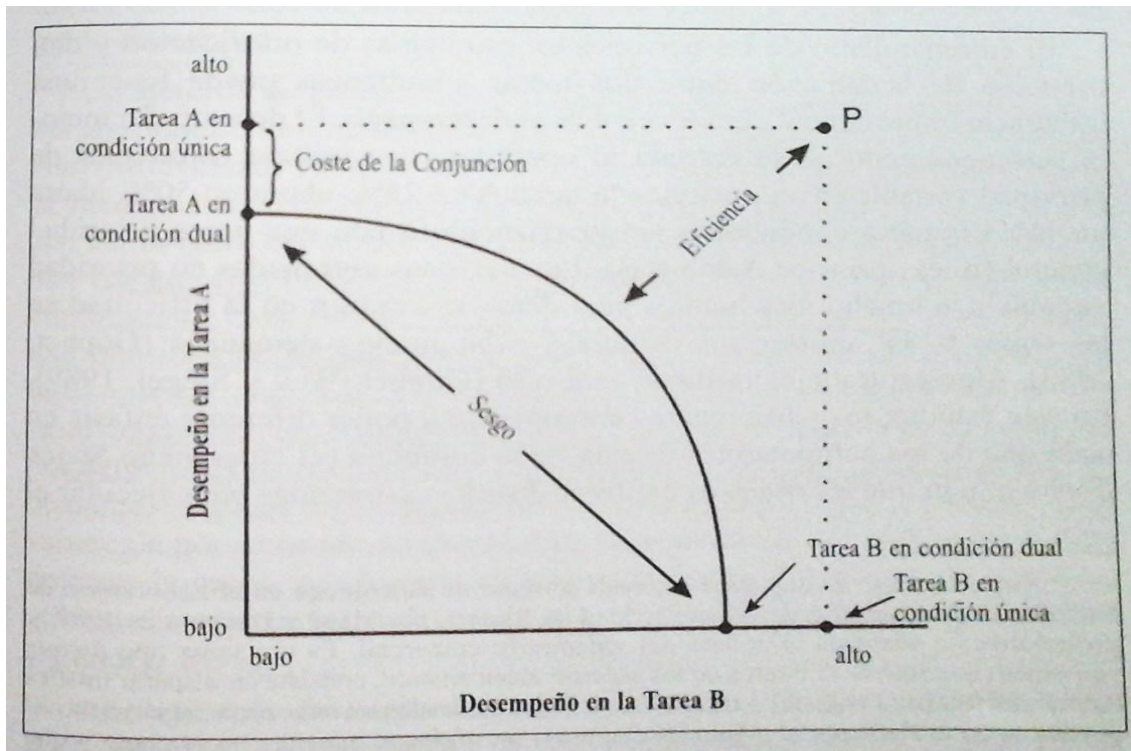
En otras ocasiones, se enfatiza la tarea primaria y se evalúa el desempeño en la secundaria (medidas de tarea secundaria). Así, conductores a los que se les ha insistido en que prioricen el control del vehículo son capaces de realizar simultáneamente sumas y restas mentales, aunque el tiempo que ocupan estas operaciones aritméticas depende de las demandas impuestas por las condiciones del tráfico.

En ambientes complejos y críticos, la tarea secundaria puede que sea percibida por el operador como algo molesto o irrelevante que hay que evitar. Este problema se solventa utilizando tareas secundarias imbricadas. Se trata de que estas tareas secundarias se perciban como algo inherente al ambiente del operador, aunque no formen parte de la tarea primaria. Un ejemplo son las comunicaciones de radio, que han sido utilizadas como tarea secundaria imbricada para evaluar la carga mental durante la tarea principal de pilotaje de aeronaves. Bajo condiciones imbricadas resulta igualmente posible, priorizar la tarea principal o la secundaria mediante instrucciones. (Eggemeier y Wilson, 1991).

4.3. Curvas POC

Las curvas POC (Performance operating characteristic), (característica operativa del desempeño) representan gráficamente hasta que punto dos tareas pueden realizarse a la vez (Navon y Gopher, 1979). En estas curvas se compara el desempeño obtenido en una tarea frente al desempeño obtenido en la otra.

La curva POC representa la influencia combinada de la dificultad de la tarea y de la política de asignación de recursos sobre la actuación del operador ante dos tareas diferentes. Las dos tareas compiten por conseguir el máximo de recursos, de ahí que, según se eleve la dificultad de una de ellas, más difícil resultará combinarla adecuadamente con la otra. Por el contrario, si las dos tareas pueden compartir tiempos de forma apropiada, el desempeño en ambas será semejante a como si fueran una única tarea.



Para obtener una curva POC; primero se evalúa el desempeño por separado en cada una de las dos tareas. Este desempeño equivale a una puntuación de 100 %. Posteriormente, se realizan ambas tareas a la vez y la ejecución obtenida se compara con la condición única.

Priorizando las tareas.

Bajo condiciones duales, las instrucciones del experimentador pueden priorizar una de las tareas frente a la otra (mayor énfasis en la tarea A, igual énfasis en ambas, mayor énfasis en la tarea B) y, con una adecuada retroalimentación y entrenamiento, el operador tenderá a obtener este desempeño diferencial.

El entrenamiento de personas en estrategias de priorización y distribución de la atención entre dos tareas simultáneas puede tener una influencia importante y duradera sobre el desempeño.

Las personas entrenadas en prioridad variable son mucho más hábiles para detectar cambios en la dificultad en las tareas y, así ajustar sus esfuerzos a las nuevas demandas.

Trabajos que ratifican esta idea (Gopher, Weil y Siegel, 1989). En este estudio los participantes aprendieron a poner diferente énfasis en cada uno de los componentes de una tarea compleja (el videojuego Space Fortress). Adaptada el ámbito del video-juego comercial. Es una tarea tipo arcade con objeto de cautivar el interés de los sujetos. Básicamente, consiste en disparar misiles contra una fortaleza espacial. Los misiles se disparan desde una nave espacial cuyo movimiento es controlado por el sujeto mediante un joystick que maneja con su mano y que está dotado de disparador. Además, el sujeto debe proteger su nave de impactar con minas que aparecen progresivamente.

Un entrenamiento bajo condiciones de priorización variable mejora la habilidad de las personas para evaluar sus propias capacidades atencionales y distribuirlas con elevada precisión.

4.4. Medidas subjetivas

Las medidas más extendidas de carga mental se basan en el supuesto de que las personas son capaces de informar, con relativa precisión, de la cantidad de carga que experimentan cuando realizan una tarea.

Evaluar en una escala el esfuerzo que supone realizar cada uno de los componentes de las tareas, o comparar tareas entre sí, indicando el esfuerzo relativo que exige cada una.

Son medidas subjetivas, que son sencillas de implementar, no son intrusivas, el coste de aplicación es relativamente bajo y tienen un alto grado de validez.

Instrumento para evaluar la carga subjetiva: National Aeronautic and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX; Hart y Staveland, 1988):

Es un cuestionario multidimensional de medida subjetiva de carga mental que está constituido por 6 subescalas.

Tabla 8.1. Subescalas del cuestionario NASA-TLX

Escala	Descripción
Demanda mental	¿Qué actividad mental y perceptiva fue necesaria? (por ejemplo: pensar, decidir, calcular, recordar, buscar, investigar, etc.) ¿se trata de una tarea fácil o difícil, simple o compleja, pesada o ligera?
Demanda física	¿Cuánta actividad física fue necesaria? (por ejemplo: empujar, tirar, girar, pulsar, accionar, etc.) ¿Se trata de una tarea fácil o difícil, lenta o rápida, relajada o cansada?
Demanda temporal	¿Qué premura de tiempo experimentó debido al ritmo al cual se sucedía la tarea o los elementos de la misma? ¿Era el ritmo lento y pausado o rápido y frenético?
Desempeño	¿Hasta qué punto cree que ha tenido éxito en los objetivos marcados por el investigador (o por usted mismo)? ¿Cuál es su grado de satisfacción con su nivel de ejecución?
Esfuerzo	¿En qué medida ha tenido que trabajar (física o mentalmente) para alcanzar su nivel de resultados?
Nivel de frustración	Durante la tarea, ¿en qué medida se ha sentido inseguro, desalentado, irritado, tenso y preocupado o, por el contrario, se ha sentido seguro, contento, relajado y satisfecho?

Otra escala subjetiva de carga es la Subjective Workload Assessment Technique (SWAT; Reid, Shingledecker y Eggemeier, 1981).

La SWAT evalúa tres dimensiones de carga, dependiendo del origen que la genere: el tiempo (T), el esfuerzo mental (E) y el estrés psicológico (S). Cada una se valora recurriendo a 3 niveles discretos: 1 (bajo), 2 (medio) y 3 (alto).

Limitaciones de las medidas subjetivas.

Hay que tener en cuenta al utilizar medidas subjetivas para comparar diferentes tareas: que se basan en juicios personales, y están sujetos al sesgo personal del operador.

Se ha descubierto que los sujetos se ven influenciados tanto por el rango como por la frecuencia de los posibles estímulos de la tarea. La gente suele dividir el rango de estímulos en intervalos categoriales y utiliza todos ellos por igual. (Aunque la variabilidad de los estímulos es baja, los sujetos tienden a utilizar el rango total, lo que implica que los resultados de estimación ante una tarea con pocos niveles de dificultad tenderá a sobreestimar la carga, mientras que con muchos niveles dará como resultado una subestimación de la misma).

Otro aspecto problemático son las subescalas “emocionales” (nivel de frustración en el NASA-TLX y carga por estrés en la SWAT), pues estas subescalas no se relacionan fácilmente con ninguna teoría existente sobre capacidad de procesamiento. Tal vez por este motivo algunos creen que utilizar medidas unidimensionales de carga es mejor incluso, que utilizar medidas multidimensionales.

Una medida unidimensional de carga consiste, en un valor que se obtiene al pedir que se compare la carga experimentada en una tarea con la experimentada en otra diferente, asignando números a cada tarea según la carga impuesta.

Aplicando una escala unidimensional, el valor asignado de carga mental refleja la magnitud de recursos invertidos en la realización de cada tarea.

La revisión de la literatura concluye que las medidas unidimensionales pueden ser más sensibles para evaluar las demandas de una tarea que las medidas multidimensionales (Hendy, Hamilton y Landry, 1993).

Una medida unidimensional, bastante sencilla de obtener, es pedir a las personas que estimen el grado de esfuerzo experimentado al desempeñar la tarea, lo que sería equivalente al valor de la subescala esfuerzo del NASA-TLX.

Una última limitación de las medidas subjetivas emerge en condiciones de doble tarea. En estas condiciones, el desempeño se ve afectado tanto por los recursos invertidos en cada una de las tareas, como por la competencia existente entre ambas por conseguirlos. Sin embargo las medidas subjetivas de carga parecen contemplar únicamente el primero de los componentes. (Por eso es diferente la medida obtenida en condición de doble tarea que cuando esas mismas tareas se ejecutan de forma independiente).

4.5. Criterios para seleccionar medidas de carga

1. **Fiable:** Si las condiciones se mantienen constantes la medida obtenida también debe serlo.
2. **Facilidad de uso:** por eso las medidas subjetivas son tan populares.
3. **Sensibilidad de la medida:** Una medida es sensible cuando refleja adecuadamente aquellas variaciones de la carga impuesta por la tarea. (La sensibilidad temporal: el instrumento de medida debe reflejar los cambios progresivos de dificultad que se experimentan durante la ejecución de la tarea a lo largo del tiempo).
4. **Diagnóstico:** Un instrumento es diagnóstico cuando la medida obtenida no sólo refleja los cambios generales de carga mental, sino también la carga impuesta a cada una de las diversas capacidades cognitivas del operador. La capacidad diagnóstica de una medida es también útil en ergonomía cognitiva. (Si estuviéramos interesados en incorporar un sistema de información en un ambiente de trabajo complejo, valdría la pena averiguar qué recursos de los operadores son los más sobrecargados en dicho ambiente, con objeto de elegir el medio más apropiado para mostrar la información, que no sature dichos recursos más de lo que están. Por ejemplo, en un call center de asistencia telefónica, que exige alto uso de recursos auditivos, instalar en la sala un monitor visual de avisos podría ser una manera adecuada de presentar la información).

5. **Invasividad:** Posible perturbación o alteración en el desempeño de una tarea como consecuencia de aplicar una técnica de medida de carga mental.
6. Finalmente, indicar que la incorporación de una técnica para evaluar la carga mental **debe ser aceptada** por el operador. Si el operador no está convencido de su utilidad o no la acepta, puede que no ponga todo su empeño en dar lo mejor de sí, lo que impediría obtener datos fiables.

5. Consciencia situacional

Imagínate inmerso en una situación en donde todo a tu alrededor cambia continuamente. Los objetos aparecen y desaparecen de tu vista, las personas se mueven continuamente de un lado para otro. Tú intentas mantener en tu mente tus metas inmediatas, a la vez que debes evitar obstáculos y maniobrar permanentemente para mantener una posición estable y evitar colisiones. Esta situación describe lo que sucede cuando transitas por una estación de ferrocarril abarrotada de gente o cuando juegas un partido de fútbol.

Muchas actividades en nuestra vida requieren vigilar constantemente un elevado volumen de información cambiante, predecir alteraciones del ambiente que nos rodea y saber elegir el curso de la acción más adecuado. Debemos crear un modelo dinámico de la situación. Este modelo abarca toda la información necesaria para desempeñar adecuadamente una tarea, los procesos para percibir y comprender la información y su uso para predecir lo que sucederá en el futuro próximo. Al resultado de mantener activa esta representación dinámica se le ha denominado “consciencia situacional”.

El sentido común nos dice que la consciencia situacional consiste en darnos cuenta y comprender la situación actual, y su evolución temporal, con la finalidad de adoptar las decisiones más apropiadas y las acciones más eficaces.

Ejemplo: Conductor debe ser consciente del estado de la carretera, de la presencia de otros vehículos u obstáculos y de la variabilidad en el volumen de tránsito en el área por la que circula, con objeto de decidir si cambia de carril o realiza un adelantamiento. La habilidad para realizar cambios atencionales al volante es un buen predictor de la destreza del conductor.

La consciencia situacional precisa de la atención, de la memoria operativa y de la memoria a largo plazo (aunque no se reduce a ninguno de estos procesos). Consiste en percatarnos de que estamos prestando atención a la información relevante que, a su vez, es interpretada y mantenida gracias a la actuación de la memoria operativa y de la memoria a largo plazo. Además, la consciencia situacional puede ser disociada de la respuesta emitida, pues en ocasiones opera en un plano inconsciente.

5.1. Consciencia situacional y memoria

Todos los elementos del ambiente a los que atendemos pasan a formar parte de nuestra consciencia situacional. Implica seguir el rastro de los objetos y eventos del ambiente, y la memoria operativa desempeña un importante papel en su mantenimiento.

Hipótesis comprobada con conductores (Gugerety, 1997): Simulador de conducción en situaciones viales peligrosas, evaluando la respuesta del conductor a las situaciones. El número de colisiones fue utilizado como medida de la consciencia situacional. Como medida de memoria, tras cada ensayo se les pide que recuerden sobre un croquis el número exacto y la posición de los vehículos. Los resultados mostraron altas correlaciones entre esta prueba de

memoria y el adecuado desempeño en la conducción, lo que demuestra la importancia la memoria operativa en el mantenimiento de la consciencia situacional.

La elevada correlación entre memoria y desempeño sugiere que sólo aquella información a la que prestamos atención, y de la que somos conscientes, influirá en nuestra consciencia situacional.

En definitiva, la relación entre consciencia situacional y memoria es directa, pues la primera se debilita progresivamente conforme la memoria falla, y a la inversa (Wickens y Hollands, 2000).

La memoria a largo plazo resulta igualmente necesaria que la memoria operativa para el mantenimiento de la consciencia situacional.

Uno de los supuestos básicos del desempeño experto es que depende enormemente de la memoria a largo plazo (Proctor y Dutta 1995).

Un experto tiene un conocimiento abstracto de lo que se espera en la tarea, así como un repositorio de experiencias previas bajo condiciones análogas, que pueden ser utilizadas en la situación actual.

Los expertos exhiben capacidades que les permiten codificar rápidamente la información en la memoria a largo plazo y recuperarla muy eficazmente. La actuación de un experto descansa en gran medida en la memoria a largo plazo, evitando el uso de los recursos de la memoria operativa, que pueden ser dedicados a otras tareas.

El experto dispone de un modelo mental de la situación que permite dirigir la atención hacia aquellos aspectos más relevantes, lo que le facilita la interpretación y almacenamiento de la información relevante.

5.2. Consciencia situacional y carga mental

Aunque la consciencia situacional se puede resentir cuando la carga mental es tan elevada que impide el procesamiento de la información relevante, y también cuando la carga es muy baja y disminuye la capacidad de vigilancia: la realidad es que consciencia situacional y carga son constructos independientes (Endsley y Kiris, 1995). (Así, alterar el diseño de un ambiente de trabajo con objeto de que la consciencia situacional mejore no necesariamente implica que se reduzca la carga mental, y viceversa.

5.3. Evaluación de la consciencia situacional

Se aplican los mismos criterios descritos para seleccionar una medida de carga mental (sensibilidad, capacidad de diagnóstico, fiabilidad, no invasividad, aceptación y facilidad de uso).

Las principales medidas utilizadas son subjetivas, mediante autoinformes: de los más conocidos es la **SART** (Situation Awareness Rating Technique, de Selcon y Taylor, 1990). Y también conductuales, mediante técnicas de sondeo de memoria.

Las **técnicas de sondeo de memoria**, como las utilizadas por **Gugerty** en el estudio con conductores.

SAGAT (Situation Awareness Global Assessment Technique, de Endsley, 1995) es una técnica de sondeo de memoria para explorar la consciencia situacional. Se aplica en los periodos de pausa durante el desempeño de una tarea (simulador), y se preguntan diversas cuestiones sobre la percepción de la situación experimentada. (Análisis de las metas generales y también de las submetas que permitan alcanzarlas).

Por ejemplo, para un controlador aéreo, su meta general es evitar errores y colisiones, garantizando la operativa segura de las aeronaves, mientras que las submetas se refieren a recopilar la información precisa sobre cada uno de los aviones controlados (información acerca de la velocidad, del rumbo).

5.4. Mejorando la consciencia situacional

Incorporar factores en una tarea, para mejorar el desempeño pueden tener influencia negativa sobre la consciencia situacional. Incorporar una automatización en un proceso de control puede mejorar el desempeño y reducir la carga de trabajo, aunque paradójicamente empeora la consciencia situacional (Sarter y Woods, 1995).

Un ámbito interesante de investigación tiene que ver con el mantenimiento de una consciencia situacional en equipos colectivos de trabajo.

La consciencia situacional del equipo depende de la existencia de un modelo mental compartido que permita, a todos sus miembros, anticipar las acciones de los compañeros y disponer de un panorama preciso de la situación.

Este modelo compartido se puede conseguir mediante un entrenamiento cruzado, en el que todos los miembros del equipo reciben información y entrenamiento en las áreas asignadas al resto.

Además del entrenamiento cruzado, los equipos que realizan su tarea en situaciones de alta carga mental se pueden beneficiar de entrenamientos especiales que les capaciten para reconocer condiciones de elevado estrés y adaptar su conducta a las mismas. Una de estas estrategias que deberían entrenarse consiste en anticipar la información que otros compañeros va a necesitar (Entin y Serfaty, 1999).

El análisis de incidentes aéreos apunta a que, en casi la mitad de los errores cometidos, subyace una pérdida de consciencia situacional (definida como falta de consciencia temporal, espacial o de los instrumentos de vuelo).

En los aviones comerciales con dos pilotos, los incidentes por pérdida de consciencia de la situación son más susceptibles de ocurrir cuando pilota el comandante que cuando lo hace el primer oficial.

Se dice que la mejor manera de incrementar la consciencia situacional de la tripulación de cabina en una aeronave, bajo situaciones de emergencia, puede consistir en que el primer oficial tome los controles de pilotaje y que el comandante se siente en el asiento del primer oficial.

6. El error humano

El error es algo inherente a la acción. De hecho, los principios que lo gobiernan son los mismos que rigen la conducta experta.

Reason, 1979, fue uno de los primeros investigadores que describió sistemáticamente el tipo de errores, a los que denominó “lapsus o deslices de la acción” (slip of action). Sostenía que este tipo de errores son debidos a que muchas de nuestras conductas se ejecutan con cierto grado de automaticidad, sin control atencional consciente.

Gran parte de nuestra conducta está bajo control consciente, y se adapta a los cambios ambientales, en función de la retroalimentación recibida, pero:

Son numerosas las acciones que se ejecutan siguiendo “programas motores”: Consiste, en un conjunto de órdenes musculares que se activan antes de realizar una acción, consiguiendo que nuestra conducta transcurra ajena al control. Los comportamientos originados por la activación de un programa motor se ejecutan a modo de “bucle abierto”, es decir, sin estar sometidos a una retroalimentación que los controle o moldee. Estas conductas contrastan con aquellas otras emitidas bajo control consciente, que se ejecutan a modo de “bucle cerrado” debido a que el control atencional cierra el bucle percepción-acción del procesamiento.

En definitiva, un programa motor es una disposición a ejecutar una acción concreta.

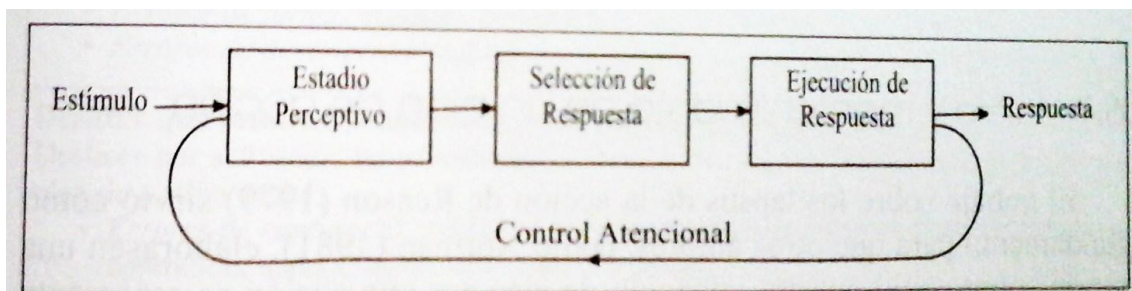


Figura 8.6. El modelo básico de tres estadios de procesamiento ampliado con un bucle cerrado de control atencional.

Reason (1979) recopiló un amplio catálogo de deslices de la acción y los categorizó conforme al tipo de fallo cometido en el procesamiento.

En conclusión, los deslices de la acción suelen ocurrir durante la ejecución de comportamientos rutinarios, muy practicados, que operan bajo control de bucle abierto (Reason, 1979). Estos lapsus son debidos a fallos atencionales, bien porque mantenemos el plan de acción equivocado, o bien porque concentramos en exceso nuestra atención en elementos equivocados de un plan o del ambiente. Prestar demasiada atención a conductas rutinarias puede llegar a alterarlas, y a su vez, prestar poca atención también puede generar errores.

6.1. Inicio y mantenimiento de un plan de acción

El trabajo sobre los lapsus de la acción de Reason sirvió como fundamento para que otros autores, como **Norman** (1981) elaborasen una teoría sobre cómo nuestra intención de

ejecutar una acción se representa cognitivamente y dirige la conducta. Norman elaboró una teoría para explicar las acciones a partir de la activación de esquemas.

Un esquema es un procedimiento generalizado para realizar una acción, que abarca programas motores y reglas de selección de dichos programas (desencadenantes). Cualquier acción compleja requiere la puesta en marcha de un número determinado de esquemas, que deben ordenarse adecuadamente y activarse en el momento oportuno. Las acciones complejas están gobernadas por un esquema de alto nivel. Una vez que este esquema padre es activado, los esquemas de más bajo nivel, que controlan las partes componentes de la acción, se inician automáticamente. En definitiva, nuestra intención de ejecutar una conducta equivale a activar un esquema de alto nivel, aunque el control atencional sólo va a ser necesario en determinados momentos críticos.

Tabla 8.2. Taxonomía de los deslices de la acción

Deslices debidos a errores en la formación de intenciones: Errores en el establecimiento de metas o en la cognición • <i>Errores de forma:</i> errónea clasificación o interpretación de la situación. • <i>Errores de descripción:</i> ambigua o incompleta especificación de las intenciones
Deslices que resultan de una incorrecta activación de esquemas: Deslices por activación no intencional (activación de esquemas que no son parte del plan de acción actual) • <i>Errores de captura:</i> el control de la acción es capturado por un esquema mejor aprendido, aunque inadecuado para la situación. • <i>Activación dirigida por estímulos:</i> esquemas activados inadecuadamente por eventos externos. • <i>Activación asociativa:</i> activación inadecuada de un esquema por influencia del esquema actualmente activo. Pérdida de activación • Olvidar un propósito o intención (pero continuar realizando la acción). • Ordenar erróneamente los componentes de una secuencia de acción. • Obviar ciertos pasos de una secuencia de acción. • Repetir pasos en una secuencia de acción.
Deslices debidos a un fallo para desencadenar esquemas: Falsos desencadenamientos: se desencadena el esquema adecuado aunque en un momento inapropiado: • <i>Trueque:</i> inversión de los componentes del evento. • <i>Mezcla:</i> combinación de los componentes de dos o más esquemas que compiten entre sí. • <i>Pensamientos que conducen a acciones:</i> desencadenamiento de esquemas sólo por el pensamiento, pero no ejecutados. • <i>Desencadenamiento prematuro.</i> Fallo en el desencadenamiento: el esquema adecuado no se desencadena debido a: • Una acción es evitada por la existencia de esquemas que compiten. • Hay insuficiente activación debida a olvido o un nivel muy bajo de activación inicial. • La condición desencadenante no se ajusta debido a una insuficiente o carente especificación.

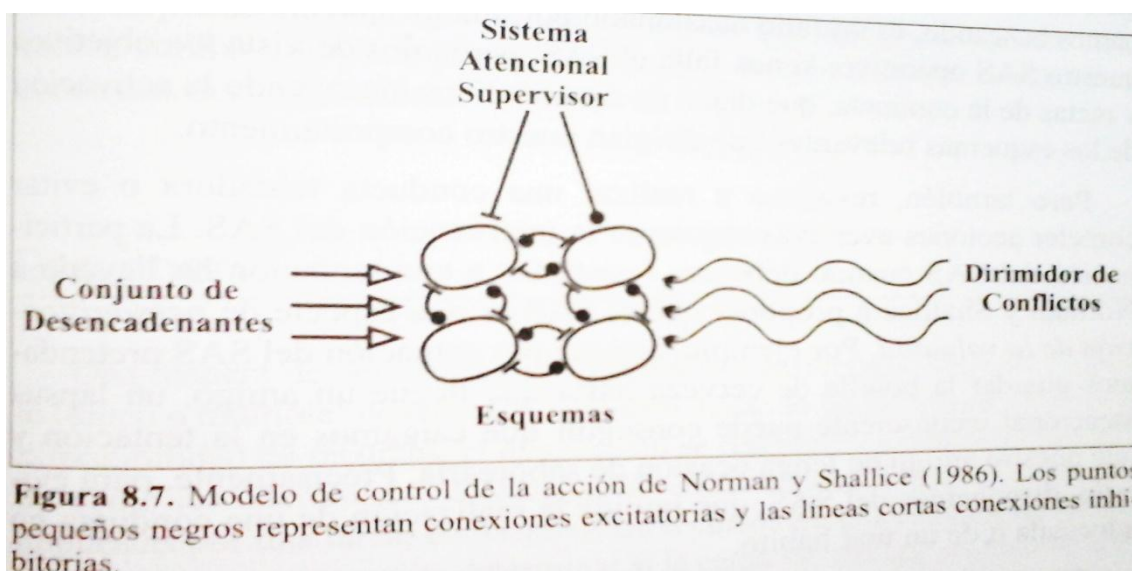
En el **modelo de Norman** todas las acciones se fundamentan en esquemas; los esquemas sólidos y bien aprendidos se entiende que permanecen latentes a la espera de que aparezca el conjunto de condiciones propicias o desencadenantes que los activen. El control atencional actúa desde el momento en que tenemos la intención de ejecutar una conducta hasta la activación del esquema correspondiente. Pero una vez que se ha activado un esquema, la atención ya no es necesaria para ejecutar la acción. De hecho, la atención ni siquiera es capaz de controlar la acción a partir de ese punto, ya que el control atencional consciente es mucho más lento que lo que ocupa disparar los programas motores de una acción o destreza ya aprendida. Este supuesto de que la atención no está involucrada en la ejecución de conductas rutinarias o expertas está refrendado por el hallazgo de que el control deliberado de una conducta experta puede llegar, incluso, a deteriorar su desempeño.

6.2. El dirimidor y el sistema atencional supervisor (SAS)

Norman y Shallice (1986), describieron un modelo para explicar cómo se activan los esquemas: La mayor parte de conductas transcurren ajenas al control consciente, una vez que el esquema de acción que las rige ha sido activado. El problema surge cuando dos esquemas entran en conflicto entre sí, o uno de mayor activación debe ser inhibido a favor de otro con menor activación.

Por ejemplo, imagine la tarea Stroop de palabras y colores. Es este caso el esquema de mayor activación (leer la palabra) debe ser inhibido para que el esquema más débil se active y sea el que controle la conducta (nombrar el color). Esta última tarea exige participación del SAS.

La activación de los esquemas depende de la participación de dos sistemas diferentes: El dirimidor de conflictos y el sistema atencional supervisor (SAS).



En la figura 8.7 se observa que un primer mecanismo básico de control de los esquemas es el dirimidor de conflictos. Este es un proceso relativamente pasivo, cuya finalidad es ordenar los esquemas almacenados en la memoria según su nivel de activación. Su operativa se fundamenta en las conexiones excitatorias e inhibitorias que tienen los esquemas entre sí.

La puesta en marcha de un esquema depende de la presencia de “desencadenantes”, es decir, que un esquema no solo incluye un programa motor sino también reglas (desencadenantes) que rigen su activación. Por lo tanto, la activación de un esquema requiere superar un umbral, así como la presencia de unas condiciones desencadenantes. Son precisamente estos desencadenantes los que, a veces, explican algunos lapsus de acción: cuando las intenciones no son mantenidas activamente (nos despistamos), un esquema equivocado (ponernos el pijama) puede activarse por el mero hecho de que las condiciones desencadenantes están presentes en el ambiente (la cama).

Sin embargo, al margen de este mecanismo abajo-arriba, los mecanismos arriba-abajo también desempeñan un importante papel en la activación de esquemas y en el control de la acción.

En el modelo de Norman y Shallice, este control arriba-abajo es ejercido por el sistema atencional supervisor (SAS). El SAS opera modulando la influencia del dirimidor de conflictos en situaciones en las que se debe realizar una acción más atípica, en lugar de otra más familiar.

Operativa del SAS:

Cuando no existe un esquema definido que subyace en una acción concreta (p.ej., ante una tarea novedosa o muy compleja) el dirimidor de conflictos, por sí mismo, es incapaz de dirigir la conducta ordenando apropiadamente los esquemas. En estas situaciones, se precisa de un control adicional de alto nivel, este control es ejercido por el SAS.

El SAS puede modificar la activación o inhibición de los esquemas, pero no puede seleccionarlos directamente, porque el ordenamiento de los esquemas corresponde siempre al dirimidor, siendo la misión del SAS la de sesgarlos, inhibiendo algunos y activando otros.

SAS: sistema de control, cuyo resultado se le denomina “atención”. La activación ejercida por el SAS consiste en dirigir la atención hacia aquellos esquemas relevantes.

Por ejemplo: quedarnos con la mente en blanco es un fallo ocasionado por una incapacidad para mantener nuestro SAS operativo, si nos falla el SAS perdemos de vista los objetivos y metas de la conducta, que dejan de ser atendidos, decayendo la activación de los esquemas relevantes que dirigían nuestro comportamiento.

También, resistirse a realizar una conducta tentadora o evitar cometer acciones aversivas requieren la intervención del SAS. Norman y Shallice proponen que el SAS es una especie de personificación de la voluntad (cuando debemos resistirnos a una tentación).

En conclusión, el control de la acción descrito por Norman y Shallice guarda estrecha correspondencia con la distinción entre procesamiento controlado y automático.

La ejecución automática de una acción puede considerarse como su modo de operación por defecto. La atención se necesitaría, solamente, para iniciar nuevos procesos o para superar el procesamiento automático. Estos recursos atencionales deliberados se utilizarían cuando una acción familiar debe sustituirse por otra acción poco familiar.

Tareas que precisarán un control atencional consciente, y en consecuencia, no podrán ser ejecutadas automáticamente: Tareas que requieran planificación, toma de decisiones o

resolución de problemas, tareas aprendidas deficientemente o que contengan secuencias nuevas de actuación, que sean difíciles o peligrosas, las que impliquen evitar una tentación o superar respuestas habituales interiorizadas.

Finalmente: si el SAS no funciona adecuadamente, como sucede en personas con daño en el córtex frontal, se pueden manifestar dos tipos de alteraciones:

1. Perseveración (incapacidad para cambiar la acción o meta actual por otra más apropiada) y
2. Conductas distraídas o desorganizadas.

Sin la actuación del control atencional ejercido por el SAS, puede suceder que los esquemas más robustos permanezcan activos demasiado tiempo, de forma reiterada, lo que explicaría las conductas perseverativas.

También puede suceder que varios esquemas que han alcanzado una activación similar compitan por el control del comportamiento, causando así conductas desorganizadas.