

# Desarrollo de una Escala Subjetiva de Carga Mental de Trabajo (ESCAM)

## Development of a Subjective Mental Workload Scale (SCAM)

Gladys Rolo González, Dolores Díaz Cabrera y Estefanía Hernández Fernaud  
Universidad de la Laguna

**Resumen.** El objetivo de este estudio fue analizar las características psicométricas de un instrumento multidimensional de la carga mental subjetiva (ESCAM). La muestra estuvo constituida por 474 participantes. Se elaboró una escala de carga mental compuesto por 31 ítems. Mediante un análisis factorial se obtuvieron cinco dimensiones de carga mental: demandas cognitivas y complejidad de la información, consecuencias para la salud, características de las tareas, organización temporal y ritmo de trabajo. Los resultados mostraron la consistencia interna para cada dimensión de carga mental así como la fiabilidad de la escala.

*Palabras clave:* carga mental de trabajo, escala subjetiva, ESCAM, validez, fiabilidad.

**Abstract.** The main aim of this study was to analyze the psychometric characteristics of a multidimensional instrument of a subjective mental workload (ESCAM). The sample consisted of 474 individuals of both sex. A mental workload scale of 31 items was elaborated. The factor analysis showed five dimensions of workload: cognitive requirements and information complexity, health consequences for workers, task characteristics, temporal organization of work and work rate. The results show the internal consistency for each workload dimension as well as the reliability of the scale.

*Key words:* mental workload, mental workload scale, ESCAM, validity, reliability.

Las demandas cognitivas exigidas en el desempeño de un amplio número de puestos de trabajo hacen que el concepto de carga mental adquiera una importancia significativa para el área de la prevención de riesgos laborales y, en concreto, para el bienestar físico y psicológico de los trabajadores. Es frecuente que las condiciones de trabajo deriven en fatiga mental, que conlleva disminución del desempeño y reducción de la atención, lentitud de pensamiento y, en ocasiones, un aumento en el número de errores, olvidos y confusiones que a su vez llevan a un aumento de la probabilidad de que ocurran accidentes laborales (Hart y Wickens, 1990; Lauridsen y Tonnesen, 1990). Asimismo, no se deben olvidar las consecuencias negativas o nocivas para la salud del trabajador, como son, por ejemplo, la disminución de la motivación laboral, la inestabilidad emocional (irritabilidad, ansiedad, estados depresivos), baja autoestima, alteraciones somáticas y del sueño o aumento en el consumo de tabaco, drogas y alcohol (Sluiter, Croon, Meijman y Frings-Dresen, 2003).

El término carga mental es un concepto que tiene significado tanto para legos como para expertos en el área de la Ergonomía y la Psicología del Trabajo y de las Organizaciones, a pesar de que aún hoy no se cuenta con una definición universalmente aceptada de este concep-

to. No obstante, a lo largo de los últimos treinta años, se han planteado diferentes definiciones de este constructo teórico en las que se hace referencia a aspectos tales como: (1) la relación entre la información procesada por el operador y las dificultades para tomar decisiones; (2) la relación entre la carga mental y las demandas planteadas en tareas perceptivo-motoras; (3) la relación entre la tarea y el tiempo necesario para que la persona elabore, en su memoria, las respuestas a una información recibida; (4) las limitaciones de las estructuras de procesamiento de información humana; (5) la evaluación que el operador hace de la carga atencional necesaria para mantener un nivel de ejecución adecuado, y (6) las demandas objetivas impuestas por la tarea, o por el juicio subjetivo realizado por el trabajador que se enfrenta a esas demandas de la tarea o, incluso, las consecuencias de las limitaciones en la capacidad de procesamiento de la información por parte del operador (Gaillard, 2001; Gopher y Donchin, 1986; Jex, 1988; Moray, 1979; Mulder, 1979; Sanders, 1979).

Aunque la mayoría de las propuestas de definición planteadas parecen intuitivamente correctas, fallan a la hora de establecer una definición empírica y operativa del constructo de carga mental de trabajo, así como su cuantificación y medida (Gopher y Donchin, 1986; Gopher y Kimchi, 1989), quizás debido a que se han planteado distintas dimensiones o fuentes de la carga mental desde una base conceptual apriorística (Hart, Childress y Bortolussi, 1981; Wickens, 1984), en lugar de basarse en resultados obtenidos del análisis estadístico de datos empíricos. No obstante, en los últimos

La correspondencia sobre este artículo deberá enviarse a la Dra. Gladys Rolo González, Departamento de Psicología Cognitiva, Social y Organizacional, Facultad de Psicología, Campus de Guajara, 38205 La Laguna, Santa Cruz de Tenerife. Teléfono: 922 317523, Fax: 922 317461. Correo electrónico: [grolog@ull.es](mailto:grolog@ull.es)

años se ha llegado a un cierto grado de acuerdo respecto al contenido de la carga mental subjetiva y se asume que es consecuencia de tres grandes dimensiones o factores: (a) los aspectos relacionados con la presión temporal de la tarea (tiempo disponible, tiempo necesitado); (b) la cantidad de recursos de procesamiento que demanda la tarea (recursos mentales, sensoriales, tipo de tarea, etc.) y (c) los aspectos de naturaleza emocional (p.e. fatiga o frustración).

La pluralidad de definiciones y concepciones de la carga mental ha llevado a que se hayan propuesto variados modelos, que Hacker (2001) clasifica en dos grandes enfoques, que aunque surgen de contextos diferentes, son complementarios. Desde el primer enfoque se define la carga mental en términos de *interacción entre las exigencias de la tarea y las capacidades o recursos de la persona*. Desde el segundo enfoque se considera la carga mental de trabajo, en términos de las *exigencias de la tarea*, como una variable independiente externa a la que los trabajadores deben enfrentarse de forma más o menos eficaz. Más recientemente, Cañas (2004) hace referencia a estos dos grandes enfoques en términos semejantes, denominándolos como teorías o modelos que hacen referencia a la carga mental como ocasionada por *factores endógenos* (referidos a las características individuales del trabajador), frente a los modelos centrados en *factores exógenos* (derivados de la dificultad y características de la tarea).

### **Técnicas de análisis de la carga mental**

La pluralidad conceptual ha llevado asociada una pluralidad metodológica para la evaluación de la carga mental, métodos no siempre concurrentes. En el ámbito de la investigación, algunas técnicas de evaluación de la carga mental se han utilizado fundamentalmente, con el objetivo de plantear modelos teóricos de carga mental más sólidos. Fundamentalmente, se pueden clasificar en tres grandes categorías generales: (a) medidas fisiológicas (p.e., tasa cardíaca, diámetro pupilar, etc.); (b) procedimientos basados en el rendimiento (p.e., medidas de tarea simple y de tarea múltiple) y (c) procedimientos subjetivos (p.e., NASA-TLX, SWAT, etc.) (Meshkati, 1988). Cada uno de estos métodos presenta sus propias limitaciones. Así, la aplicación de medidas fisiológicas en situaciones reales de trabajo tiene la limitación derivada de que son métodos muy invasivos y que suelen ser rechazados por los trabajadores. Por otro lado, los procedimientos basados en el rendimiento muestran, en ocasiones, que un mayor incremento de demandas de la tarea no se ve seguido necesariamente por un aumento asociado en la carga mental que el trabajador dice sentir, ni en la disminución en el rendimiento (Pickup, Wilson, Norris, Mitchell y Morrisroe, 2005). El tercer tipo de métodos, los subjetivos, como el NASA-TLX y el SWAT, aunque se utilizan con mucha frecuencia, su procedimiento de cumplimenta-

ción es excesivamente complejo, lo que dificulta su uso. Otro de los problemas asociados con la evaluación y medida de la carga mental es que no existen unidades de medida definidas (Annett, 2002). Por tanto, se recomienda intentar realizar distintos tipos de evaluación, de manera que se obtenga una apreciación lo más ajustada posible. En este sentido, por una parte, deben tenerse en cuenta los factores de carga del puesto (tipo de tarea y condiciones en las que se desarrolla el trabajo), considerando variables como el nivel de atención, el tiempo durante el que debe mantenerse esta atención, el ritmo de trabajo o las repercusiones de los errores, y, por otra parte, deberán evaluarse también las consecuencias que estas condiciones tienen sobre las personas. Entre ellas puede evaluarse la fatiga, bien recurriendo a indicadores fisiológicos, o bien utilizando indicadores subjetivos a partir de los cuales podemos establecer cómo la persona percibe la fatiga.

En el caso específico de los instrumentos de medición subjetiva de la carga mental de trabajo, éstos se caracterizan por algunos de los siguientes aspectos: (a) han sido desarrollados para sectores y puestos específicos; (b) están dirigidos a la evaluación de puestos de producción, en ocasiones repetitivos y poco cualificados, en los que la evaluación es realizada por un técnico analista (p.e., LEST, RNUR); (c) la carga mental es una dimensión específica en el contexto de un grupo más amplio de factores relacionados con la evaluación de las condiciones y medio ambiente de trabajo (p.e., LEST, RNUR, EWA); (d) son protocolos que recogen los factores relevantes para la evaluación pero que no establecen el procedimiento de medida (p.e., Nogareda, 1991); o, en ocasiones, (e) se trata de métodos intrusivos (González, Moreno y Garrosa, 2005). Las razones y limitaciones expuestas, junto con la escasez de instrumentos que permitan evaluar tanto puestos de producción como de servicio, son las que han creado la necesidad de desarrollar la escala que se presenta en este texto.

### **Desarrollo de una escala subjetiva de carga mental**

El objetivo de este trabajo era desarrollar una escala de evaluación subjetiva de la carga mental que superase alguna de las limitaciones de las escalas mencionadas anteriormente y evaluar su estructura empírica. La elaboración de la escala se basó tanto en la revisión de la literatura teórica como en el análisis de otros instrumentos al uso, tomando en consideración las tres grandes dimensiones o fuentes de carga mental a las que nos hemos referido con antelación: (1) demandas temporales de la tarea, (2) recursos de procesamiento que demanda la tarea y (3) aspectos de naturaleza emocional. La escala desarrollada se caracteriza por ser multidimensional y subjetiva, partiendo del enfoque que plantea la alta relevancia de las percepciones del trabajador, de su competencia y formación, que pueden afectar a su valoración de la dificultad o nivel de esfuerzo

de la tarea, o lo que se denomina también como “experiencia de carga” (Pickup et al., 2005). Estas concepciones han orientado la selección de las variables que debían ser evaluadas en la escala de carga mental, y que se presentan a continuación (Hernández-Fernaud, Díaz-Cabrera y Rolo-González, 2004; Rolo, Díaz-Cabrera y Hernández-Fernaud, 2003):

1. *Cantidad y complejidad de la información* utilizada en el desarrollo del puesto de trabajo.
2. *Demandas cognitivas* del trabajo realizado, referidas a atención, concentración, memorización.
3. *Organización temporal* del trabajo, comprende aspectos referidos a tiempo requerido, tiempo disponible, pausas, ritmo de trabajo.
4. *Características de las tareas* realizadas, en referencia a número de tareas, complejidad de las mismas, interrupciones, demoras, recuperación de retrasos, consecuencias de los errores.
5. *Consecuencias para la salud* derivadas de un desequilibrio en la carga mental de trabajo.

Y, por último, se consideró la información relativa a las características individuales de los evaluados (p.e., edad, sexo, estado civil, cualificación o formación), los datos laborales (puesto, antigüedad, experiencia requerida, etc.), así como, las condiciones ambientales (p.e., iluminación, ruido, temperatura) y condiciones organizacionales en las que se realiza el trabajo analizado.

## Método

### Participantes

La muestra estuvo compuesta por 474 participantes. De este número, 293 (60,7%) personas eran trabajadores que ocupaban distintos puestos en varias empresas. Siguiendo la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones (CIUO-08), el 5% de los trabajadores eran directivos, el 5,2% eran profesionales científicos e intelectuales, el 12% eran técnicos de nivel medio, el 17,6% eran empleados de oficina, el 12,4% eran trabajadores de servicios y un 8,5% ocupaban otros puestos. La muestra restante, el 39,3% (181 participantes), eran estudiantes de 3º de Psicología. La edad media de los participantes era de 28 años (d.t.= 10,14; rango: 19-61). El 37,4% de la muestra eran varones y el 62,6% eran mujeres. El estado civil de los participantes era mayoritariamente soltero (74,2%). En cuanto al nivel educativo, el 50% poseían estudios universitarios, el 43,1% tenían estudios secundarios y el 6,9% habían cursado la enseñanza básica.

### Desarrollo del Instrumento

Se elaboró una escala multidimensional para la evaluación de la carga mental de trabajo subjetiva (ESCAM). La escala estaba compuesta por 31 ítems

que debían ser evaluados en una escala tipo Likert de cinco puntos. Los ítems evaluaban las cinco dimensiones teóricas de carga mental que se plantearon anteriormente: a) cantidad y complejidad de la información que el trabajador utiliza en su puesto de trabajo, b) demandas cognitivas, c) organización temporal del trabajo, d) características de la tarea y e) consecuencias para la salud del trabajador. Además, se solicitaba información relativa a las características sociodemográficas, información laboral y condiciones ambientales del contexto de trabajo. En el caso de los estudiantes, la escala se aplicó de forma colectiva y autoadministrada. Los trabajadores contestaron la escala de forma individual.

## Resultados

A continuación se describe, en primer lugar, la estructura factorial en la que se organizan los ítems de la Escala Subjetiva de Evaluación de la Carga Mental de Trabajo (ESCAM) y se analiza la consistencia interna de la escala. En segundo lugar, se presentan los resultados de validez del instrumento siguiendo un procedimiento de *known-group validity* (Zeller y Carmines, 1980).

### Análisis factorial exploratorio: depuración de la escala y estructura empírica

En primer lugar se realizó una depuración estadística de los ítems. Se estudió la existencia de outliers univariados en función de las puntuaciones típicas extremas y explorando la capacidad de discriminación de los ítems calculada en función de la correlación de Pearson entre el ítem y la escala total excluido el ítem (Tabachnick y Fidell, 1989). Atendiendo a estos criterios se eliminó los ítems 1 (La cantidad de información que debo manejar para realizar las tareas en mi puesto de trabajo es), 5 (El nivel de atención requerido durante la realización de mi trabajo es) y 9 (En mi trabajo, el número de tareas que debo realizar es) por presentar outliers. El resto de ítems presentó un índice de discriminación superior a 0,40.

Se realizó un análisis factorial de componentes principales y rotación ortogonal (Varimax). Se obtuvo un coeficiente de adecuación muestral KMO de 0,796 y un valor en la prueba de esfericidad de Bartlett de  $\chi^2(465)=3437,889$ ,  $p \leq .001$ . La matriz de correlaciones anti-imagen mostró que los valores MSA por cada variable eran superiores a 0,60, excepto en los ítems 15 (En mi puesto de trabajo tengo la información necesaria para realizar adecuadamente mi trabajo), 22 (Al tiempo que realizo mi trabajo me voy dando cuenta de lo que hago bien o mal), 23 (Mis supervisores y compañeros me dicen con frecuencia si estoy realizando

bien o mal mi trabajo) y 25 (Mi trabajo no me impide dormir bien por las noches), por lo que se repitió el análisis eliminando dichos ítems. En este análisis se obtuvo un coeficiente de adecuación muestral KMO de 0,786 y en la prueba de esfericidad de Bartlett un  $\chi^2(276)=2496.056$ ,  $p \leq .001$ . La matriz de correlaciones anti-imagen mostró que los valores MSA por cada variable son superiores a 0.60 y se observó que el 82.97% de las puntuaciones era inferior a 0.1. Se consideraron aquellos factores con valor propio superior a la unidad, y se incluyeron en los factores los ítems con saturaciones a partir de 0.40.

La solución obtenida agrupó los ítems en siete factores que explican el 57.35% de la varianza, aunque los factores 5 y 7, que explican el 5.84% y el 4.34% respectivamente, no se han interpretado al estar formados por dos ítems (Russel, 2002). El ítem 12 (El nivel de ayuda y asesoramiento ante las dificultades que recibo por parte de mis supervisores y compañeros es) no saturó en ningún factor. En la Tabla 1 se muestran los ítems que cargan en cada componente.

El primer factor, que explica el 18.39% de la varianza, está compuesto por seis ítems, que se refieren al esfuerzo cognitivo que supone el desempeño del pues-

to de trabajo, por lo que se ha denominado *Demandas cognitivas y complejidad de la información*. Este factor tiene una consistencia interna de 0.77, que aumenta a 0.82 al eliminar el ítem 7. El segundo factor incluye cuatro ítems que hacen referencia al agotamiento que el trabajo produce en el trabajador, denominándose *Consecuencias para la salud*. Explica el 10.12% de la varianza y tiene un alfa de Cronbach igual a 0.73. El tercer factor, que explica el 7.56% de la varianza, está compuesto por cuatro ítems que describen las interrupciones y distracciones que sufre el trabajador en el puesto. El análisis de la consistencia interna de este factor, denominado *Características de las tareas*, muestra un alfa de 0.54. El factor cuatro, denominado *Organización temporal*, se compone de tres ítems que recogen valoraciones sobre la adecuación del tiempo del que dispone el trabajador para realizar el trabajo. Este factor, que explica el 6.36% de la varianza, tiene una consistencia interna de 0.77. Por último, el factor cinco se compone de tres ítems que se refieren a la posibilidad que tiene el trabajador de organizar el tiempo en el desempeño de sus tareas, así como a los efectos de un error en los resultados del trabajo. Este factor, que explica el 4.74% de la varianza, se denominó

Tabla 1. Factores y pesos factoriales de los ítems, correlación ítem-factor, consistencia interna de los factores y del factor eliminando el elemento

Factores e Ítems	Peso	r ítem-factor	Alfa sin Item
<b>FACTOR 1. DEMANDAS COGNITIVAS Y COMPLEJIDAD DE TAREA <math>\alpha=.77</math></b>			
El nivel de esfuerzo o concentración mental que requiere mi trabajo es	.80	.67	.70
La cantidad de memorización de información y material que requiere mi trabajo es	.78	.65	.71
El grado de complejidad de la información que debo utilizar en mi trabajo es	.77	.64	.72
El nivel de esfuerzo mental necesario para evitar los errores en mi trabajo es	.71	.55	.74
El nivel de ambigüedad de las decisiones a tomar en mi trabajo es	.56	.30	.82
Habitualmente en mi puesto de trabajo el número de decisiones que debo tomar es	.44	.36	.78
<b>FACTOR 2. CONSECUENCIAS PARA LA SALUD <math>\alpha=.73</math></b>			
Al final de la jornada de trabajo me siento agotado	.81	.56	.65
Me siento agotado cuando me levanto por la mañana y tengo que enfrentarme a otro día de trabajo	.73	.58	.66
El cansancio que me produce mi trabajo es	.73	.52	.69
Tengo dificultades para relajarme después del trabajo	.62	.49	.70
<b>FACTOR 3. CARACTERÍSTICAS DE LA TAREA <math>\alpha=.54</math></b>			
El número de interrupciones (llamadas telefónicas, atender público, otros compañeros solicitando información, etc.) durante la realización de mi trabajo es	.75	.37	.42
La cantidad de dificultades que se producen cuando se introducen nuevos procedimientos de trabajo o programas informáticos es	.57	.32	.47
En mi trabajo, tengo que hacer más de una tarea a la vez	.57	.33	.46
Las tareas que realizo en mi trabajo requieren una alta concentración debido a la cantidad de distracción o ruido de fondo	.51	.28	.50
<b>FACTOR 4. ORGANIZACIÓN TEMPORAL <math>\alpha=.77</math></b>			
El tiempo asignado a cada una de las tareas que realizo es	.84	.65	.63
El tiempo de que dispongo para realizar mi trabajo es	.80	.67	.61
El tiempo del que dispongo para tomar las decisiones exigidas por mi trabajo es	.62	.49	.80
<b>FACTOR 5. RITMO DE TRABAJO <math>\alpha=.42</math></b>			
Es posible variar mi ritmo de trabajo sin perturbar el trabajo de mi sección	.75	.29	.24
Además de las pausas reglamentarias el trabajo me permite hacer alguna pausa cuando lo necesito	.64	.25	.33
En mi trabajo, puedo cometer algún error sin que incida en forma crítica sobre los resultados del trabajo	.47	.21	.29

*Ritmo de trabajo* y tiene una consistencia interna de 0.42. El alfa de Cronbach para el total de la escala es de 0.75.

### **Análisis de perfiles de carga mental en función del puesto: validez de la escala**

Con el fin de obtener evidencia empírica de validez de la Escala de Carga Mental se optó por un procedimiento de *known-group validity* (Zeller y Carmines, 1980). Se formaron tres grupos en función del puesto de trabajo: Técnicos superiores y medios (n=96), empleados de oficina (n=77) y trabajadores de servicios (n=54). El grupo de técnicos superiores y medios se constituyó uniendo a los directivos, los profesionales científicos e intelectuales y los técnicos de nivel medio. El grupo de trabajadores de servicios estaba constituido por puestos como animador, cuidador, camarero, comerciante, vigilante, dependiente, etc. No se tuvieron en cuenta en este análisis el grupo de estudiantes ni la categoría Otros puestos de trabajo. Así, se realizó un análisis de perfiles mediante análisis de varianza de medidas repetidas con 227 casos, donde la variable intersujeto fue *puesto de trabajo* con tres niveles y la variable intrasujeto el *perfil de carga mental*, con cinco niveles correspondientes a los cinco factores de carga mental.

La homogeneidad multivariada de las varianzas se comprobó con la prueba M de Box, que resultó signi-

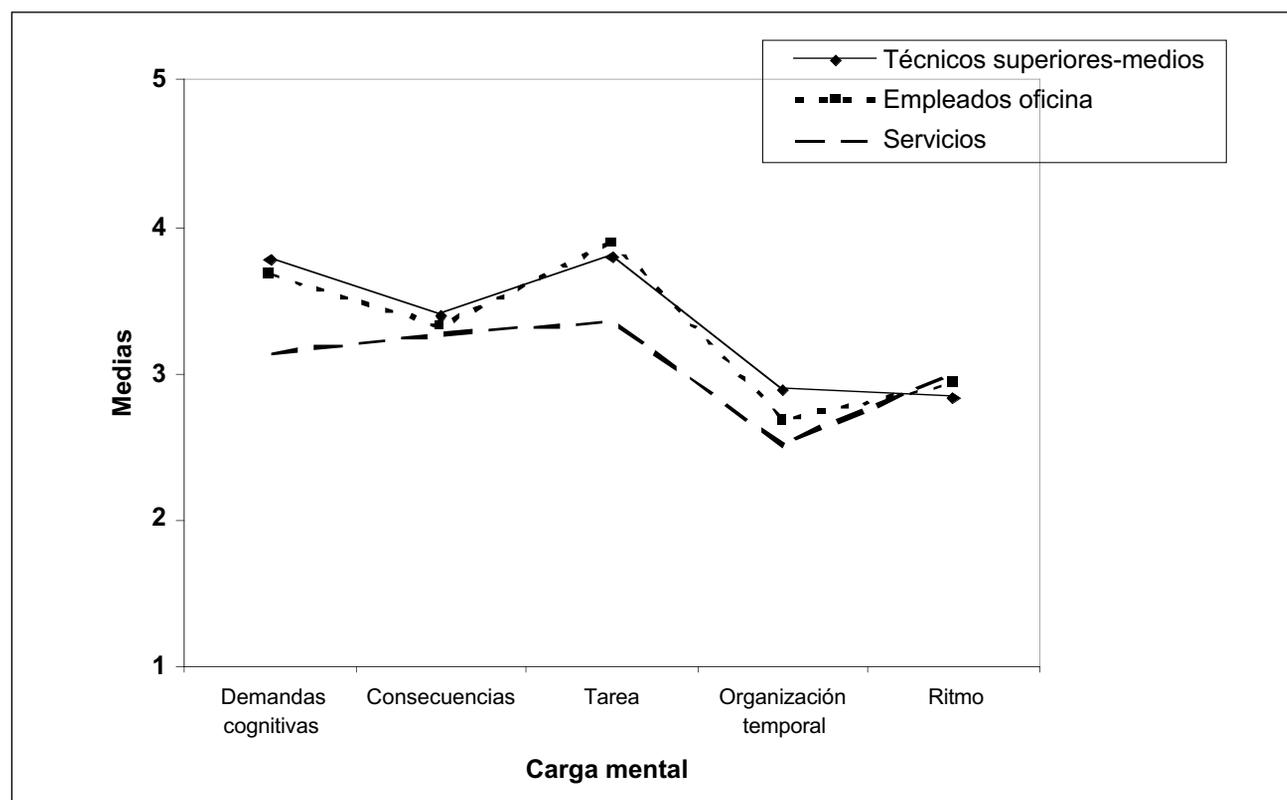
ficativa ( $F(30, 106506) = 48.09, p \leq .05$ ), por lo que se utilizó la lambda de Wilks con criterio de Pillai (Tabachnick y Fidell, 1989). Se obtuvo un efecto principal de la variable *puesto de trabajo* ( $F(2, 224) = 5.86, p \leq .01, \eta^2 = .05$ ) y un efecto principal de la variable intrasujeto *perfil de carga mental* ( $F(4, 221) = 78.63, p \leq .001, \eta^2 = .58$ ), pero estos resultados deben ser interpretados en función de la interacción entre ambas variables, ya que ésta resultó significativa ( $F(8, 442) = 3.87, p \leq .001, \eta^2 = .06$ ) (ver Figura 1).

Así, el análisis a posteriori mostró que los grupos de técnicos superiores y medios y de empleados de oficina no difieren en el perfil de carga mental, sin embargo sí existen diferencias entre éstos y el grupo de servicios en los factores de demandas cognitivas ( $t=5.26, p < .001$ ), características de la tarea ( $t=3.26, p < .001$ ) y organización temporal ( $t=2.71, p < .01$ ). Asimismo, existen diferencias entre los empleados de servicios y los de oficina en el factor denominado demandas cognitivas ( $t=4.44, p < .001$ ) y características de la tarea ( $t=4.03, p < .001$ ).

### **Discusión**

El objetivo de este estudio ha sido la elaboración de una escala de evaluación de la carga mental de trabajo y el análisis de sus propiedades psicométricas. Se perseguía construir una escala que permitiera medir la carga

Figura 1. Perfiles de carga mental en función del puesto de trabajo



mental en distintos puestos de trabajo pertenecientes a sectores laborales diversos, tanto del sector servicios como del sector industrial. Al mismo tiempo, era necesario que el instrumento resultara de fácil aplicación y se centrara específicamente en la evaluación del constructo carga mental de trabajo, frente a los instrumentos tradicionalmente utilizados que evalúan la carga mental en el contexto más amplio de las condiciones de trabajo.

Los resultados de esta investigación muestran que la presente medida de carga mental se organiza en cinco factores. En relación con las variables propuestas inicialmente, se observa que se mantienen dos de los factores: Características de la tarea y consecuencias para la salud. Las variables cantidad y complejidad de la información y demandas cognitivas se agrupan en un solo factor, al que se ha denominado *demandas cognitivas y complejidad de la tarea*. Este factor comprende aquellos ítems referidos a los procesos cognitivos requeridos para realizar la tarea, es decir, memorización, concentración, evitación de errores, toma de decisiones, saturando también la complejidad de la información que se debe utilizar en el trabajo. Estos aspectos constituyen dos de las fuentes de carga mental más importantes, tal y como señalamos en la introducción del estudio.

Aunque la variable organización temporal se había planteado inicialmente como un único bloque de elementos relacionados con aspectos temporales del trabajo, los resultados muestran la diferencia entre, por una parte, el tiempo necesario, el tiempo disponible y el tiempo requerido para realizar la tarea, como una variable que viene determinada, bien por la organización, bien por el tipo de producto o servicio elaborado, o bien por los procedimientos de trabajo y, por otra parte, el grado de autonomía del trabajador para organizar su tiempo de trabajo.

Los factores obtenidos en este estudio van en la línea de los incluidos en otros instrumentos de evaluación de la carga mental, como son el NASA-TLX y el SWAT. La ESCAM comparte con estos instrumentos las dimensiones relativas a demandas mentales y temporales. Sin embargo, mientras el NASA-TLX y el SWAT evalúan algunas consecuencias específicas de la carga mental (v.g., rendimiento, frustración y estrés), la ESCAM incluye un factor más general de consecuencias para la salud centrado en la fatiga mental (p.e. percepción de agotamiento y cansancio).

El análisis factorial realizado ha mostrado unos estadísticos adecuados (Tabachnick y Fidell, 1989). Específicamente, el coeficiente de adecuación muestral es alto, los valores MSA para cada ítem son adecuados, y las correlaciones de la matriz anti-imagen son bajas. Según el criterio de Comrey (1973), el 55% de los ítems tienen un peso factorial excelente, el 25% es bueno o muy bueno y el 20% es adecuado. De los cinco factores obtenidos, tres presentan una consistencia interna muy buena. Los factores características de la tarea y ritmo de trabajo presentan un  $\alpha$  de

Cronbach bajo, que sin embargo no aumenta al eliminar alguno de los ítems, lo que nos lleva a considerar que quizás no son centrales para la medición subjetiva de la carga mental de trabajo o que serían precisos más indicadores (ítems) referidos a esta dimensión.

Desde el punto de vista de la validez, la comparación de los perfiles de carga mental en los diferentes puestos de trabajo muestra la validez de la ESCAM. Se observa que no existen diferencias significativas en ninguno de los factores de carga mental entre los puestos de técnicos superiores y medios y de empleados de oficina. Esto puede deberse a que la naturaleza de estos puestos de trabajo son similares y que varían sólo en el grado de responsabilidad y autonomía. Sin embargo, sí encontramos diferencias entre los puestos de servicios y los otros dos grupos de empleados. Estas diferencias aparecen en los factores denominados demandas cognitivas, características de la tarea y organización temporal. Cabe destacar la ausencia de diferencias entre los grupos en el factor consecuencias para la salud. Desde nuestro punto de vista, este resultado podría explicarse por el hecho de que las puntuaciones obtenidas en carga mental no son indicativas de una sobrecarga o subcarga, las cuales podrían tener consecuencias más evidentes sobre la salud.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el uso de la ESCAM presenta diversas ventajas entre las que cabe destacar: una baja invasividad, unos bajos requerimientos en su implementación, una buena aceptación de la técnica por parte de los evaluados, así como su bajo coste, todas ellas características óptimas para las técnicas subjetivas (Annett, 2002; González, Moreno y Garrosa, 2005; Pretorius y Cilliers, 2007). Sin embargo, una desventaja asociada a este tipo de escalas es la posibilidad de que se produzca un sesgo de respuesta por deseabilidad social.

Nuestros resultados avalan la idea de que el constructo de carga mental debe abordarse desde una perspectiva integral incorporando en una medida común elementos referidos al enfoque exigencias-recursos (p.e. cantidad y complejidad de la información, capacidades de procesamiento requeridas), como elementos del enfoque de exigencias de la tarea (v.g., autonomía temporal, apoyo requerido, consecuencias de las interrupciones y retrasos sobre el trabajador, etc.). En definitiva, consideramos que la ESCAM es un instrumento adecuado para la evaluación subjetiva de la carga mental. Una segunda etapa de esta línea de investigación será la contrastación empírica del modelo teórico que subyace a esta escala, estudiando la relación de la carga mental de trabajo con datos sociodemográficos, datos del ambiente físico de trabajo y características del puesto y del trabajador. Asimismo, consideramos relevante evaluar en el futuro la capacidad diagnóstica del instrumento y la relación de la carga mental con el desempeño en el puesto.

Naturalmente, este estudio presenta también limitaciones que deben indicarse. En primer lugar, debemos

destacar que estamos en la primera fase de desarrollo del instrumento y, en consecuencia, nuevos estudios confirmando la validez estructural deben realizarse, por ejemplo, utilizando los componentes obtenidos para generar una hipótesis estructural y someter el instrumento, con los datos obtenidos en una nueva muestra, a un análisis factorial confirmatorio. También deben contrastarse las valoraciones de carga mental producidas por este instrumento con criterios externos y con otras escalas subjetivas que midan lo mismos constructos o dimensiones. Otra limitación proviene de la propia muestra utilizada, aunque es suficientemente amplia para realizar análisis factoriales, es necesario que sea más amplia, variada y representativa de más ocupaciones. Futuros estudios deberían dar respuesta a estas cuestiones.

## Extended Summary

The relevance of the concept of mental workload is determined by the cognitive demands required for doing a broad number of jobs and its influence on the physical and psychological well-being of workers. Workload is influenced by the interaction between the level of task requirements and the physical and mental effort developed by workers in order to perform the task. This concept is related to objective task requirements, subjective worker perceptions, and limitations in the information processing capacity (Gaillard, 2001).

The subjective multidimensional methods are the evaluation procedures more generally used because of low intrusiveness and implementation requirements, as well as the good level of participants' acceptance. The majority of the subjective instruments available are characterized, in general, by the following aspects: (a) they have been developed to be applied in specific sectors and jobs; (b) they are oriented to the evaluation of production jobs; (c) mental workload is a specific dimension in the context of a broader group of factors related to the evaluation of working and environmental conditions; (d) they are guides that include relevant factors for the evaluation, but they do not provide measurement procedures. These reasons, together with the lack of instruments that permit us to evaluate production as well as job in business and service industries, have created the need to develop the scale presented in this paper. Therefore, the aim of this research was developing a subjective evaluation scale of mental workload (ESCAM), and evaluate its empirical structure.

### Method

#### *Participants*

The sample consisted of 474 participants. 293 (60.7%) were workers that were working in different

Nuestra escala tiene también implicaciones para la práctica profesional y la medición de la carga mental de trabajo. Es una medida subjetiva, no invasiva y que se puede contestar en pocos minutos. A diferencia de lo que ocurre con otros instrumentos, los resultados pueden utilizarse para crear normas para valorar el grado de carga mental de los evaluados por comparación con su grupo de referencia. Una tercera implicación es que los ítems son fácilmente comprensibles y están anclados en las situaciones típicas de trabajo. Todo lo anterior hace que los profesionales tengan a su disposición un instrumento, breve, relativamente fiable, estructuralmente sólido y con características normativas que les permitirá evaluar la carga mental subjetiva de trabajo tanto de personas como ocupaciones.

jobs in a variety of enterprises. And 181 participants (39.3%) were third-course Psychology students. The average age of participants was 28 years ( $sd= 10.14$ ; range: 19-61). 37.4% were men and 62.6% were women.

#### *Instrument*

A multidimensional scale to evaluate the subjective mental workload was developed. Originally, we wrote 31 items that they had be ranked from one to five points on a Likert scale. The items evaluate five theoretical dimensions of mental workload: 1) Use of information (e.g., quantity and complexity of the information), 2) Cognitive demands (e.g., attention, concentration), 3) Temporal work organization (e.g., time pressure and work pace), 4) Task characteristics (e.g., task number, disturbances, support), 5) Health consequences (e.g., fatigue). Also, the scale includes questions related to socio-demographic characteristics, company and job data and environmental working conditions.

#### *Procedure*

The scale was self-administered and filled in collectively by the sample of students while the workers filled in the scale individually.

### Results

#### *Factorial analysis: empirical structure and scale debugging*

We performed a strict screening of the data in three steps: a study of the univariate outliers in relation to

standard extreme scores; an analysis of normal distribution with the Kolmogorov-Smirnov test; and exploring the discriminative capacity of the items by calculating Pearson's correlation between the item and the whole scale (Tabachnick & Fidell, 1989). In this step, we eliminated three items that were univariate outliers. Next, an exploratory factor analysis (principal axis factoring, varimax rotation) was carried out to examine whether the theoretical dimensions aforementioned were measured by the scale. In the factor analysis we obtained a coefficient of sampling adequacy (KMO) of 0.786 and  $\chi^2(276)=2496.056$ ,  $p \leq .001$  with Bartlett's test of sphericity. The anti-image correlation matrix showed MSA values higher than 0.60 for each variable, and 82.97% of the scores were lower than 0.1. We selected the factors with an eigenvalue higher than 1 and the items with a loading of .40 or larger.

The solution obtained grouped the items into seven factors that explained 57.35% of variance. However, the factors 5 and 7, explaining 5.84% and 4.34% of variance, respectively, were not considered as they had only two items each (Russel, 2002). The first factor, *Cognitive requirements and information complexity*, explained 18.39% of the variance, consists of six items expressing the cognitive demand associated with performance ( $\alpha = 0.77$ ). The second factor, *Health consequences for workers*, consists of four items related to the perception of fatigue for a worker. This factor explains 10.12% of the variance ( $\alpha = 0.73$ ). The third factor, *Task characteristics*, refers to interruptions and distractions in job performance. It consists of four items that explains 7.56% of the variance ( $\alpha = 0.54$ ). The fourth factor, *Temporal organization of work*, is made up of three items dealing with autonomy degree in respect to work pace. This factor explains 6.36% of the variance ( $\alpha = 0.77$ ). The fifth factor, *Work rate*, consists of three items, and explains 4.74% of the variance. This refers to autonomy degree of workers for organizing time, as well as the error effects on the work results ( $\alpha = 0.42$ ). The Cronbach's alpha reliability of the whole scale was .75.

#### **Workload profile analysis by job: Scale Validity**

To validate the Subjective Mental Workload Scale (ESCAM) we chose the known-group validity procedure (Zeller & Carmines, 1980). Three groups based on the job were formed: High and middle level technicians ( $n=96$ ), Clerical workers ( $n=77$ ) and Service sector employees ( $n=54$ ). The group of students and the category "other jobs" were not taken into account in these analyses.

A repeated measures analysis of variance was applied to the inter-subject variable Job, with three levels, and the intra-subject variable, Workload Profile, with five levels that matched the five workload factors. Box's M test was used to verify the multivariate homo-

geneity of variances and was significant ( $F(30, 106506) = 48.09$ ,  $p \leq .05$ ), and, therefore, the Wilks' lambda with Pillai criteria was used (Tabachnick y Fidell, 1989). The main effect obtained for the variable Job ( $F(2, 224) = 5.86$ ,  $p \leq .01$ ,  $\eta^2 = .05$ ) and for the intra-subject variable Workload Profile ( $F(4, 221) = 78.63$ ,  $p \leq .001$ ,  $\eta^2 = .58$ ). However, these results should be interpreted bearing in mind that the interaction between the two variables is statistically significant ( $F(8, 442) = 3.87$ ,  $p \leq .001$ ,  $\eta^2 = .06$ ). In this regard, a posteriori analysis revealed that there are no differences in the workload profiles between high and middle level technicians and clerical worker groups. However, there are differences between these two groups and the service sector employee group in the variables of cognitive demands, and complexity of information, as well as task characteristics. Likewise, there are differences between high and middle level technicians and service sector employees in the temporal work organisation factor.

#### **Discussion**

The findings showed that the mental workload measurement reflected five factors. The empirical structure obtained was similar to the theoretical dimensions used for the scale development. However, some of the theoretical dimensions were grouped together in one factor only (e.g., information used and cognitive demands) whereas others dimensions were divided into two different factors (e.g., temporal work organization).

The factor analysis indicated adequate statistics (Tabachnick y Fidell, 1989). Likewise, the comparison of mental workload profiles in different jobs supported the ESCAM's validity. There were not significant differences in the workload factors between high and medium level technicians and clerical workers. This fact can be due to the similar characteristics of these jobs, except for responsibility and autonomy. Nevertheless, differences between service group, on one hand, and high and medium technicians and clerical workers, on the other hand, were observed.

The results presented in this paper support the notion that mental workload concept should be approached from a holistic (integral) perspective, taking into account both demands-resources and task characteristic approaches.

#### **Referencias**

- Annett, J. (2002). Subjective rating scales: science or art? *Ergonomics*, 45, 966-987.
- Cañas, J.J. (2004). *Personas y Máquinas. El diseño de su interacción desde la ergonomía cognitiva*. Madrid: Pirámide.

- Gaillard, A.W.K. (2001) Stress, workload, and fatigue as three biobehavioral states: a general overview. En P.A. Hancock y P.A. Desmond (Eds.): *Stress, Workload and Fatigue*, (pp 623-639). Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- González, J.L., Moreno, B. y Garrosa, E. (2005). *Carga Mental y Fatiga Laboral. Teoría y evaluación*. Madrid: Pirámide.
- Gopher, D. y Donchin, E. (1986). Workload. An examination of the concept. En K. Boff, L. Kaufman y J.P. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance (vol. II)*, (pp 41.1-41.49). Nueva York: Wiley.
- Gopher, D. y Kimchi, R. (1989). Engineering Psychology. *Annual Review of Psychology*, 40, 431-455.
- Hacker, W. (2001). Carga mental de Trabajo. En *Organización Internacional del Trabajo: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (1ª edición electrónica en español). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. ([www.mtas.es/insht/EncOIT/Index.htm](http://www.mtas.es/insht/EncOIT/Index.htm))
- Hart, S.G., Childress, M. E. y Bortolussi, M. (1981). Defining the subjective experience of workload. En *Proceedings of Annual Meeting of Human Factors Society* (pp 527-531). California: Human Factors Society.
- Hart, S.G. y Wickens, C.D. (1990). Workload assessment and prediction. En H. R. Booher (ed.), *MANPRINT: An emerging technology. Advanced concepts for integrating people, machines and organizations* (pp 257-300). Nueva York: Van Nostrand Reinhold.
- Hernández-Fernaud, E., Díaz-Cabrera, D., y Rolo-González, G. (2004). *Desarrollo de una escala de evaluación subjetiva de la carga mental de trabajo*. Proceedings of the 3rd International Conference on Occupational Risk Prevention - ORP' 2004. Santiago de Compostela. España.
- Jex, H. R. (1988). Measuring mental workload: Problems, Progress, and Promises. En P.A. Hancock y N. Meshkati (Eds.), *Human Mental Workload* (pp 5-39). Amsterdam: North-Holland.
- Lauridsen, O. y Tonnesen, T. (1990). Injuries related to aspects of shiftworking. A comparison of different off-shore shift arrangements. *Journal of Occupational Accidents*, 12, 167-176.
- Meshkati, N. (1988). Toward development of a cohesive model of workload. En Hancock, P.A. y Meshkati, N. (Eds.), *Human Mental Workload* (pp 305-314). Amsterdam: North-Holland.
- Moray, N. (1979). *Mental Workload. Its Theory and Measurement*. Nueva York: Plenum Press.
- Mulder, G. (1979). Mental Load, Mental Effort and Attention. En N. Moray (Ed.), *Mental Workload. Its Theory and Measurement* (pp 299-326) . Nueva York: Plenum Press.
- Nogareda, C. (1991). *Carga mental en el trabajo hospitalario: Guía para su valoración*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Recuperado el 25 de enero de 2009. [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_275.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_275.pdf)
- Pickup, L., Wilson, J.R., Norris, B.J., Mitchell, L. y Morrisroe, G. (2005). The integrated Workload Scale (IWS): A new self-report tool to assess railway signaller workload. *Applied Ergonomics*, 36, 681-693.
- Pretorius, A. y Cilliers, P.J. (2007). Development of a mental workload index: A systems approach. *Ergonomics*, 50, 9, 1503-1515.
- Rolo, G., Díaz-Cabrera, D. y Hernández-Fernaud, E. (2003). *Subjective evaluation of workload: psychometric characteristics of a multidimensional instrument*. Proceedings of the XI Congress of the European Association of Work and Organizational Psychology - EAWOP. Lisboa, Portugal.
- Russel, D.W. (2002). In search of underlying dimensions: The use (and abuse) of factor analysis in Personality and Social Psychology Bulletin. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 28, 12, 1629-1646.
- Sanders, A.M. (1979). Some Remarks on Mental Load. En N. Moray (Ed.), *Mental Workload. Its Theory and Measurement* (pp 41-78). Nueva York: Plenum Press.
- Sluiter, J.K., Croon, E. M., Meijman, T.F. y Frings-Dresen, M. H. W. (2003). Need for recovery from work related fatigue and its role in the development and prediction of subjective health complaints. *Occupational and Environmental Medicine*, 60, 62-70.
- Tabachnick, B.G. y Fidell, L.S. (1989). *Using multivariate statistics* (2ª ed.). Nueva York: Harper Collins Publishers.
- Wickens, C.D. (1984). *Engineering Psychology and Human Performance*. Ohio: Charles E. Merrill Publishing Co.
- Zeller, R.A. y Carmines, E.G. (1980). *Measurement in the social sciences*. Nueva York: Cambridge University Press.

Manuscrito Recibido 20/2/2009

Revisión Recibida 23/3/2009

Aceptado 24/3/2009