



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

XXV CONGRESO INTERNACIONAL DE ERGONOMÍA SEMAC 2019



Carga Mental de Trabajo: su
importancia en la industria

DRA. AIDE ARACELY MALDONADO MACIAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ



Chihuahua, a 5 de Abril del 2019

Agenda

- ▶ ERGONOMÍA COGNITIVA
- ▶ CARGA MENTAL
- ▶ MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE CARGA MENTAL
- ▶ PROPIEDADES DESEABLES EN LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE CARGA MENTAL
- ▶ CARGA MENTAL Y SU IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA
- ▶ EVOLUCIÓN DEL ESTUDIO DE CARGA MENTAL EN EL TIEMPO

Carga Mental y la Ergonomía Cognitiva

La Ergonomía Cognitiva es la rama de la Ergonomía que se encarga del estudio de:

- ▶ procesos mentales:
 - la percepción,
 - la memoria,
 - el razonamiento
 - la respuesta motora

(International Ergonomics Association, 2018)



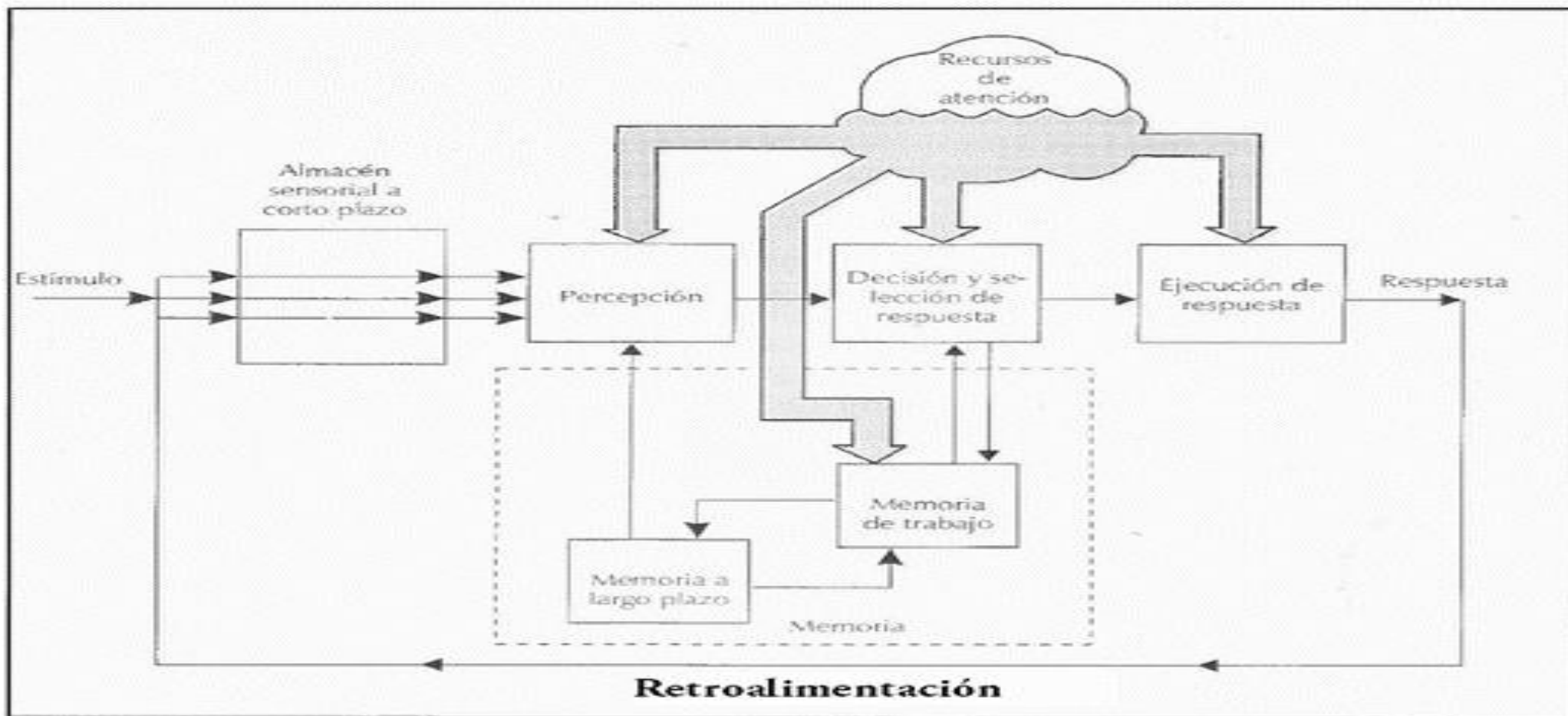
Ergonomía Cognitiva

De acuerdo con Ferrer y Dalmau (2014), la Ergonomía Cognitiva se centra en los procesos de:

- ▶ Percepción
- ▶ Memoria
- ▶ Procesamiento de la información
- ▶ Razonamiento y
- ▶ Respuesta motora

centrándose en la interacción de las personas y otros elementos del sistema, también denominados *procesos cognitivos*.

PROCESO COGNITIVO



Modelo de Procesamiento de la Información en seres humanos. Sanders y McCormick, 1993.

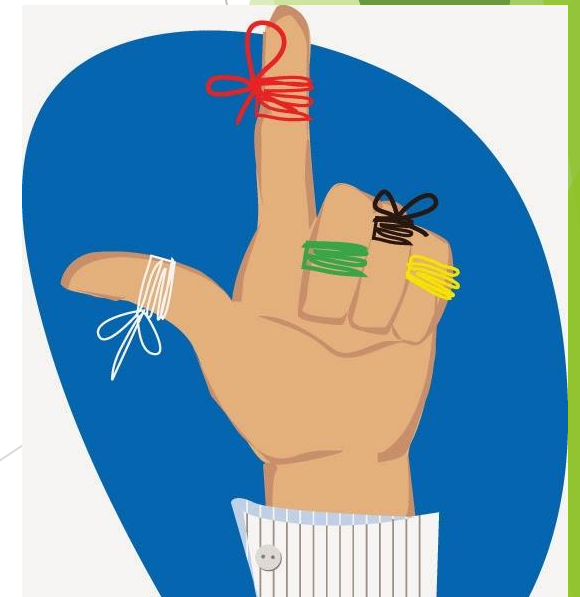
Ergonomía Cognitiva

Percepción: Es cómo se interpreta y se entiende la información que se ha recibido a través de los sentidos.



Ergonomía Cognitiva

- Memoria: Se refiere a la facultad por medio de la cual se retiene y recuerda el pasado, se almacena el conocimiento que se tiene sobre algo y las interpretaciones que se hacen de ello.
- Memoria a corto plazo de trabajo y memoria a largo plazo.



Ergonomía Cognitiva

Procesamiento: Se divide en aspectos principales:

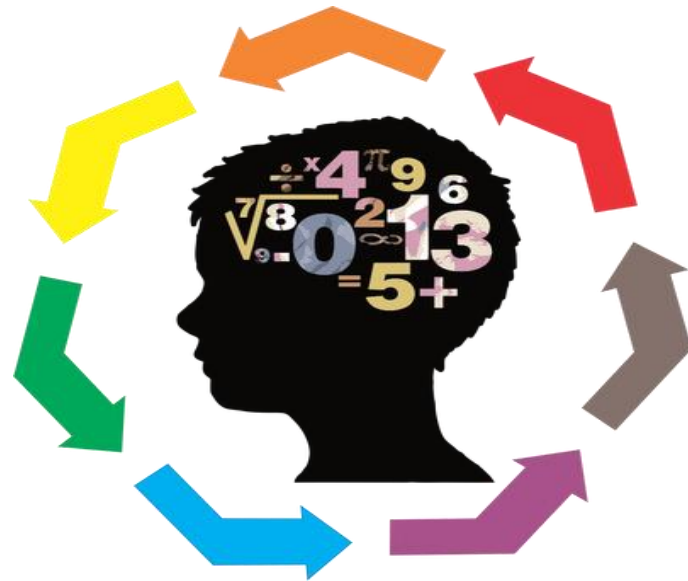
- Como se organiza y manipula la información.
- Como se selecciona la fuente de información de entre varias.
- La manera en como se toman las decisiones.

La toma
de decisiones



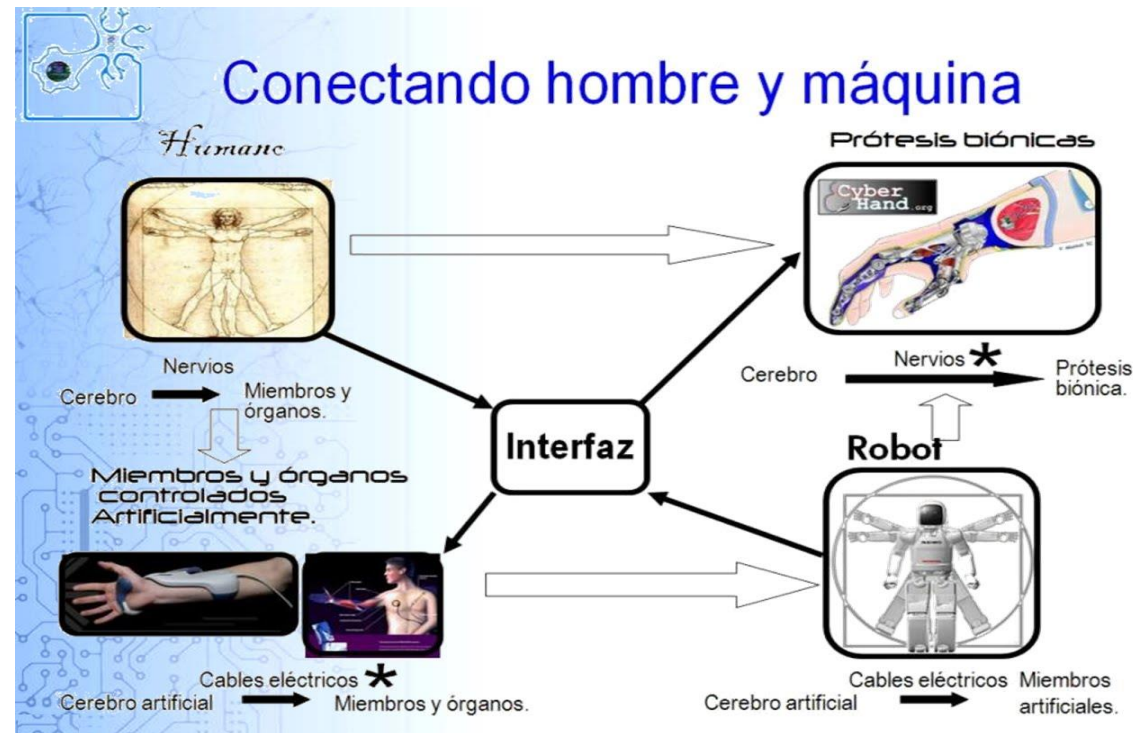
Ergonomía Cognitiva

- Razonamiento: Se refiere a la capacidad para inferir regularidades a partir de datos concretos.



Ergonomía Cognitiva

- Respuesta motora: Es cuando después de tomar una decisión, se ejecuta la respuesta.



Ergonomía Cognitiva

La Ergonomía Cognitiva estudia los procesos durante el trabajo y se enfoca en la comprensión de una situación para apoyar un desempeño confiable, efectivo y satisfactorio.

Evalúa los problemas relativos a:

- La distribución de la atención
- La toma de decisiones
- La formación de habilidades de aprendizaje
- La usabilidad de los sistemas humano-computador
- Los aspectos cognitivos de la carga mental,
- El estrés y los errores humanos en el trabajo.

(Canas et al., 2011)

Ergonomía Cognitiva

La Ergonomía Cognitiva se ocupa de la interacción entre las herramientas y el usuario, haciendo hincapié en los procesos cognitivos de comprensión, razonamiento y uso del conocimiento (Green y Hoc, 1991).

Es la Ergonomía de los procesos mentales para mejorar el rendimiento del operador al comprender cómo el trabajo afecta a la mente y cómo la mente afecta al trabajo (Hollnagel, 1997).

Carga Mental y la Ergonomía Cognitiva

- ▶ En base a lo anterior, se puede observar que la evaluación de la Carga Mental es una de las actividades que recaen en el ámbito de la Ergonomía Cognitiva.



Carga Mental de trabajo

Cuando se ejecuta una tarea influyen en ella dos tipos de carga:

- ▶ Carga física
- ▶ Carga mental

Existe un vasto campo de literatura de Ergonomía Física en el mejoramiento de procesos.

En cuanto a la carga mental el campo es muy limitado.



Carga Mental



[Esta foto](#) de Autor desconocido está bajo licencia [CC BY](#)

- ▶ La carga mental es un concepto multidimensional.
- ▶ Implica diversos factores o dimensiones.
- ▶ El número exacto de estos factores o dimensiones aún no está claro.

Carga Mental de Trabajo

De acuerdo con Cain (2007), no existe una definición clara y universalmente aceptada de la Carga Mental de Trabajo.

Por otra parte, Stanton, Salmon, & Rafferty (2013), mencionan que la Carga Mental de Trabajo es la proporción de recursos demandados en la realización de una o varias tareas.

Carga Mental de Trabajo

Carga Mental

Estes(2015),menciona que la Carga Mental es el trabajo realizado por el sistema mental al ejecutar una tarea.

Técnicas de evaluación de la carga mental

Se cuenta con dos modelos de técnicas de evaluación de la CMT (Xie y Salvendy, 2000):

- ▶ Los empíricos:
 - mediciones desempeño
 - subjetivas
 - fisiológicas
- ▶ Los analíticos:
 - modelos matemáticos
 - simulaciones

Técnicas de medición de desempeño

Se basa en técnicas de registro directo de la capacidad del operador para realizar la tarea principal a un nivel aceptable:

- ▶ Probabilidad de error aceptablemente baja
- ▶ Nivel de eficiencia concomitantemente elevado (Young, Brookhuis, Wickens, & Hancock, 2015).

Técnicas de medición de desempeño

Según Miller (2001), la mayoría de las técnicas de medición de desempeño tienen la capacidad de estimar las fluctuaciones bajo ciertos niveles de carga mental de trabajo.

Técnicas de medición de desempeño

Por ejemplo, en el campo de la investigación psicológica sobre el comportamiento del tráfico tenemos que las técnicas de medición están relacionadas:

- ▶ Con el uso del vehículo, el control lateral y longitudinal del vehículo.
- ▶ Así como con la interacción entre la dirección y el seguimiento del vehículo.

Para Ryu y Myung, (2005) en las técnicas fisiológicas la actividad cerebral o sus manifestaciones pueden ser medidas.

Por lo tanto todas las tareas y actividades mentales comparten los mismos recursos, por lo que a medida que aumenta la demanda mental de tareas, el sistema nervioso central aumenta el suministro de recursos.

Técnicas fisiológicas

Una ventaja de estas medidas es que no interfieren en el rendimiento de la tarea primaria, pero dependiendo del método de recolección puede haber un grado de restricción física impuesta (Wickens, Hollands, Banbury, & Parasuraman, 2015).

Técnicas fisiológicas

Entre las diversas técnicas utilizadas destacan:

- ▶ El electroencefalograma (EEG).
- ▶ La actividad magnética y metabólica del cerebro (como la tomografía por emisión de positrones, PET).
- ▶ El registro de la actividad cardiovascular (ECG)
- ▶ Actividad respiratoria y ocular (pupilometría y parpadeo).
- ▶ La actividad electrodérmica (EDA).
- ▶ Así como monitoreo de los niveles hormonales, como el cortisol en la saliva (Dalmau Pons, 2008).

Técnicas
fisiológicas.

Técnicas analíticas

Las técnicas analíticas son modelos que pueden ser aplicadas en el diseño temprano del sistema (Xie y Salvendy, 2000).

A diferencia de otros métodos, no se mide la Carga Mental de una persona real, sino de una persona simulada (Dalmau Pons, 2008).



Técnicas subjetivas

Las medidas subjetivas, se basan en el juicio del operador.

Se han utilizado ampliamente para evaluar la Carga Mental de Trabajo.

Han demostrado ser válidas y fiables (Boomer & Fendley, 2018).

Técnicas subjetivas



Dentro de las técnicas subjetivas, se pueden destacar:

- ▶ Escala de Cooper-Harper (MCH).
- ▶ Escala de Bedford.
- ▶ Subjective Workload Dominance (SWORD) and Pro-SWORD
- ▶ Subjective Workload Assessment Technique (SWAT) and Pro-SWAT
- ▶ NASA-Task Load index (Nasa-TLX)
- ▶ Workload Profile (WP)
- ▶ Multiple Resources Questionnaire (MRQ)
- ▶ Escala Subjetiva de Carga Mental de Trabajo (ESCAM)

Propiedades Deseables en las técnicas de Evaluación de la Carga Mental de Trabajo

Antes de poder evaluar la Carga Mental de Trabajo, se tienen que tener en cuenta una serie de criterios que las diversas técnicas de evaluación deben de cumplir.



Propiedades Deseables de las Técnicas de la Carga Mental de Trabajo

De acuerdo con Eggemeier, Wilson, Kramer, & Damos (1991), estos son:

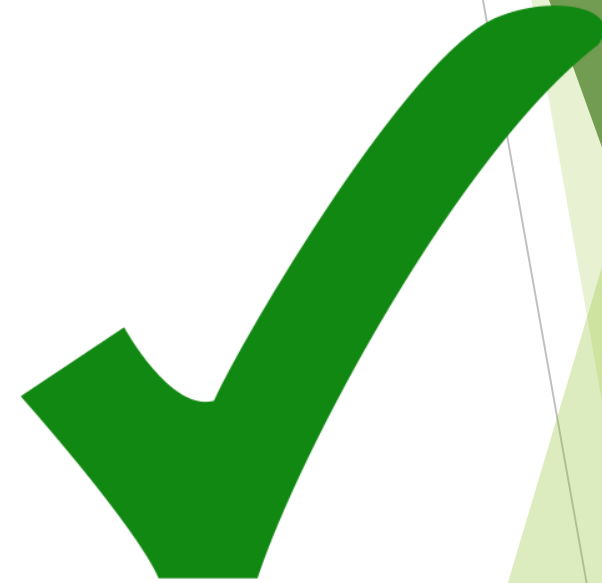
- ▶ Sensibilidad
- ▶ Confiabilidad
- ▶ Capacidad de Diagnóstico
- ▶ Requisitos de aplicación
- ▶ Selectividad
- ▶ Aceptabilidad del sujeto
- ▶ Intrusividad



Propiedades Deseables de las Técnicas de la Carga Mental de Trabajo

Sensibilidad:

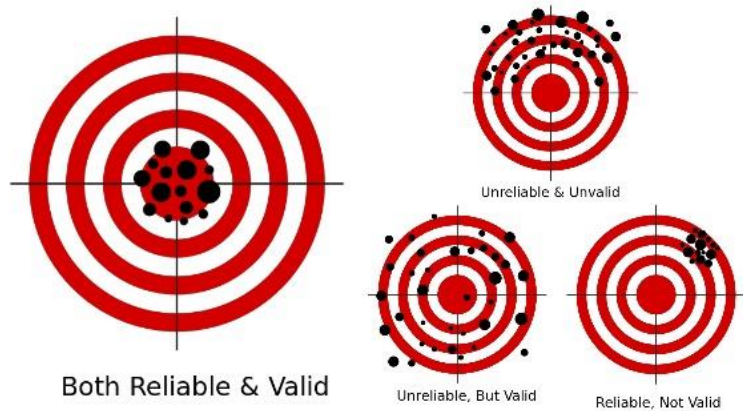
Se refiere a la capacidad de una técnica para detectar cambios en los niveles de dificultad de la tarea o en sus demandas.



Propiedades Deseables de las Técnicas de la Carga Mental de Trabajo

Data quality

We need reliable AND valid data!



Confiabilidad:
Si se evalúa la carga mental en momentos diferentes, es importante que la técnica ofrezca un estimación fiable y consistente de la carga mental.

Propiedades Deseables de las Técnicas de la Carga Mental de Trabajo

Capacidad de Diagnóstico:

Es la capacidad que tiene una técnica para detectar el tipo de recursos atencionales que dan origen a la carga mental de una tarea concreta.



Propiedades Deseables de las Técnicas de la Carga Mental de Trabajo



Requisitos de aplicación:
El tiempo de implementación

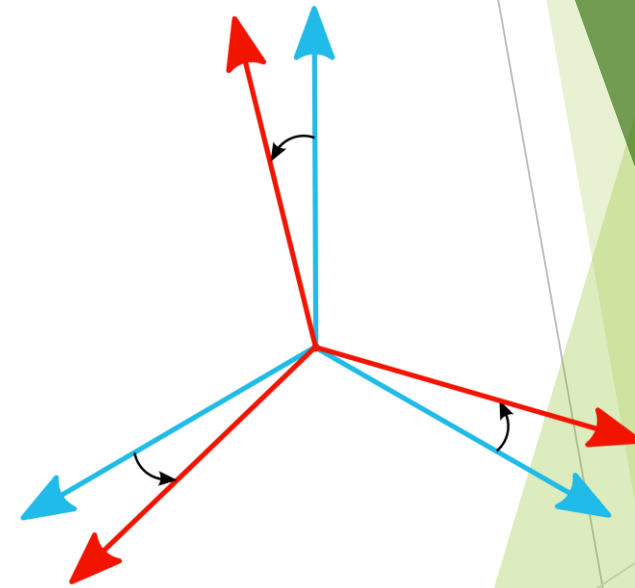
Equipo necesario para la
recolección y análisis de los datos

Grado de entrenamiento del
operador requerido para obtener
resultados válidos.

Propiedades Deseables de las Técnicas de la Carga Mental de Trabajo

Selectividad:

La técnica debería ser selectivamente sensible sólo a las diferencias en las demandas de capacidad, y no reflejar los cambios en factores como la carga física o el estrés emocional, que pueden no estar relacionados con la carga mental.



Propiedades Deseables de las Técnicas de la Carga Mental de Trabajo



Aceptabilidad del sujeto:

Se refiere a la percepción que tienen los sujetos y/o participantes de la validez y utilidad del procedimiento.

Propiedades Deseables de las Técnicas de la Carga Mental de Trabajo

Intrusividad:

La técnica no debería interferir con la realización de la tarea cuya carga está siendo evaluada



Search ID: cwln4096

"Don't worry. That questionnaire is a lot more intrusive than your surgery will be."

Tabla Comparativa de métodos de evaluación de la Carga Mental (1 de 3)

Método	Tipo de método	Tiempo de entrenamiento	Tiempo de aplicación	Herramientas necesarias	Ventajas	Desventajas
Medidas de desempeño de la tarea primaria	Medida de desempeño	Bajo	Bajo	Simulador, computadora	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ofrecen un índice directo del desempeño 2) Son particularmente efectiva con la medición de la carga de trabajo en tareas de larga duración 3) Pueden ser fácilmente usadas en conjunción con las medidas de tarea secundaria, mediciones subjetivas y fisiológicas 	<ol style="list-style-type: none"> 1) No siempre distingue entre los niveles de carga de trabajo 2) No es un medida confiable en mediciones aisladas
Medidas de desempeño de la tarea secundaria	Medida de desempeño	Bajo	Bajo	Simulador, computadora	<ol style="list-style-type: none"> 1) Son sensitivas a la variación de la carga mental cuando las medidas de desempeño no las detecta 2) Facilidad de uso 3) Presenta un poco mas dificultad el establecimiento de la tarea secundaria. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Se ha encontrado que son solo sensibles en grandes cambios en la carga mental 2) Es intrusiva en la medición del desempeño de la tarea primaria 3) Se requiere especial cuidado cuando se diseña la tarea secundaria en orden de mantener los mismos recursos utilizados que la tarea primaria
Mediciones fisiológicas	Mediciones fisiológicas	Alto	Bajo	Monitor de ritmo cardíaco, seguimiento de la pupila, EEG	<ol style="list-style-type: none"> 1) Varias medidas fisiológicas han demostrado ser sensibles ante la variación de la demanda en la carga mental 2) Los datos son registrados de forma continua durante la prueba 3) Pueden ser usadas en aplicaciones del "mundo-real" 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Los datos pueden ser afectados por interferencias externas 2) El equipo es sensible a la temperatura y difícil de usar 3) El equipo de medición es físicamente molesto

Comparativa de métodos de evaluación de la Carga Mental (2 de 3)

Método	Tipo de método	Tiempo de entrenamiento	Tiempo de aplicación	Herramientas necesarias	Ventajas	Desventajas
NASA-TLX	Herramienta de calificación subjetiva multidimensional	Bajo	Bajo	Lápiz y papel	<ol style="list-style-type: none"> 1) Fácil y rápido de usar, se requiere poco entrenamiento y bajo costo 2) Mejor desempeño que SWAT 3) Presenta una escala genérica permitiendo que pueda ser aplicada en cualquier ambiente 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mas complejo de analizar que las técnicas unidimensionales 2) El procedimiento de ponderación es laborioso 3) Apto solo para carga mental individual
Escala MCH	Herramienta de calificación subjetiva de unidimensional	Bajo	Bajo	Lápiz y papel	<ol style="list-style-type: none"> 1) Fácil y rápido de usar, se requiere poco entrenamiento y bajo costo 2) Ampliamente usado en diversas áreas 3) Los datos obtenidos son mas fáciles de analizar que instrumentos multidimensionales 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Medición de carga de poca sofisticación 2) Limitado a tareas manuales 3) No tan sensible como TLX o SWAT
SWAT	Herramienta de calificación subjetiva multidimensional	Bajo	Bajo	Lápiz y papel	<ol style="list-style-type: none"> 1) Fácil y rápido de usar, se requiere poco entrenamiento y bajo costo 2) Multidimensional 3) Las subescalas son genéricas, permitiendo su uso en varias áreas 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mas complejo de analizar que las técnicas unidimensionales 2) Varios estudios sugieren que TLX presenta una mayor sensibilidad en la variación de la carga mental 3) Las clasificaciones MWL pueden correlacionarse con el rendimiento de las tareas

Comparativa de métodos de evaluación de la Carga Mental (3 de 3)

Método	Tipo de método	Tiempo de entrenamiento	Tiempo de aplicación	Herramientas necesarias	Ventajas	Desventajas
SWORD	Herramienta subjetiva de comparación	Bajo	Bajo	Lápiz y papel	<ol style="list-style-type: none"> 1) Fácil y rápido de usar, se requiere poco entrenamiento y bajo costo 2) Muy efectivo cuando se comparan la carga mental impuesta por dos o mas interfaces 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mas complejo de analizar que las técnicas unidimensionales 2) Los datos son recolectados después de las pruebas. Hay un determinado numero de problemas debido a la correlación con el desempeño
Workload Profile Technique	Herramienta de calificación subjetiva multidimensional	Mediano	Bajo	Lápiz y papel	<ol style="list-style-type: none"> 1) Fácil y rápido de usar, se requiere poco entrenamiento y bajo costo 2) Basado en una base teórica sólida 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mas complejo de analizar que las técnicas unidimensionales 2) Los datos son recolectados después de las pruebas 3) Presenta mas complejidad que otras técnicas de carga mental
Escala Bedford	Herramienta de calificación subjetiva multidimensional	Bajo	Bajo	Lápiz y papel	<ol style="list-style-type: none"> 1) Fácil y rápido de usar, se requiere poco entrenamiento y bajo costo 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mas complejo de analizar que las técnicas unidimensionales 2) Los datos son recolectados después de las pruebas. Hay un determinado numero de problemas debido a la correlación con el desempeño

Ergonomía Cognitiva y la nueva naturaleza del trabajo humano

- ▶ La naturaleza del trabajo humano ha cambiado dramáticamente de trabajar con el cuerpo a trabajar más con la mente.
- ▶ Los sistemas industriales se han vuelto altamente automatizados.
- ▶ La tecnología y el uso de procedimientos complejos ha impuesto una mayor demanda mental al operador humano cuando requiere de:

Atención sostenida

Habilidades para la resolución de problemas

Tareas de vigilancia y monitoreo

Tareas de programación y diseño

Ejecución de Multitareas

(Stanton et al., 2010)

Carga Mental de Trabajo y la Industria

La falta de consideración de Carga Mental de Trabajo en el sector industrial, puede generar problemas que afectan tanto a la salud del trabajador como a la economía de la empresa.

Carga Mental de Trabajo y la Industria

Una elevada carga mental en el trabajador puede contribuir a:

Perder la concentración

Menores niveles de atención

Aumento de riesgo de accidentes

Procesos ineficientes

Pobre desempeño

Síntomas de trastornos mentales mas frecuentes

(Chen, Song y Lin, 2016), (Lindblom y Thorvald, 2014)



Carga Mental de Trabajo y la Industria

El estar expuestos a una elevada la Carga Mental de Trabajo puede influir en la organización, afectando la relación entre empleados y administradores (Bowling, Alarcón, Bragg y Hartman, 2015).

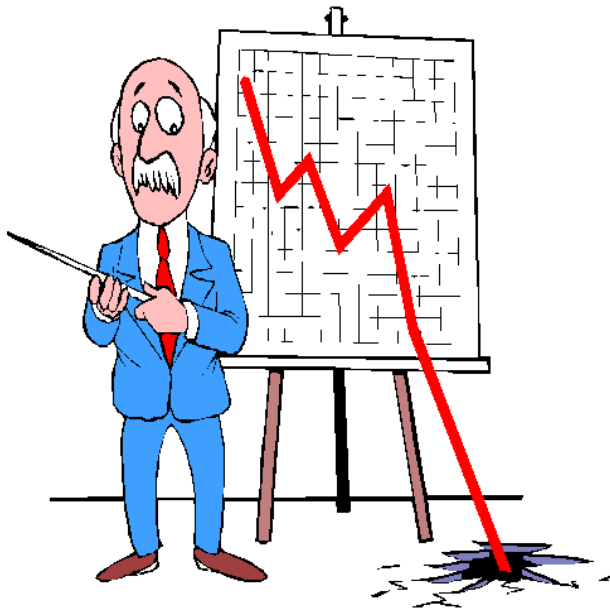


Carga Mental de Trabajo y la Industria

Los efectos de la Carga Mental de Trabajo sobre los trastornos musculoesqueléticos han sido demostrados por varios estudios y se manifiestan principalmente en molestias en el cuello y los hombros (González Muñoz & Gutiérrez, 2006).



Carga Mental de Trabajo y la Industria

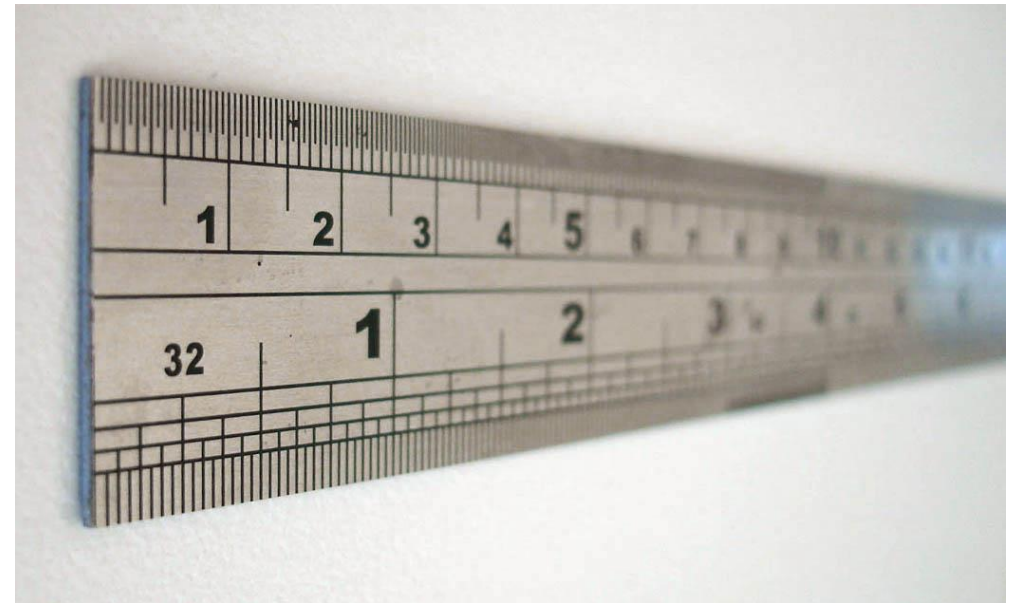


Esta foto de Autor desconocido está bajo licencia [CC BY-NC-ND](#)

La falta de consideración de la Carga Mental de Trabajo en el sector industrial impacta principalmente en el desempeño de los trabajadores. Puede estar relacionada con causas de errores, accidentes entre otros efectos con pérdidas catastróficas (Ayaz et al, 2012).

Carga Mental de Trabajo y la Industria

Si bien existen una gran variedad de técnicas para evaluar la Carga Mental de Trabajo, su implementación e interpretación se vuelve complicada ya que no existe una unidad definida para medir el nivel de carga mental (Rolo González et al., 2009).



Esta foto de Autor desconocido está bajo licencia [CC BY-SA](#)

Carga Mental de Trabajo y la Industria



La mayoría de los trabajos relacionados con la Carga Mental de Trabajo se desarrollaron originalmente a partir de modelos utilizados en el sector de la aviación (Vidulich & Tsang, 2012).

En otros sectores, es necesario adaptar y/o validar la evaluación de la carga mental de manera diferente.

Carga Mental de Trabajo y la Industria

- ▶ La evaluación de la carga mental es un aspecto importante en el diseño y evaluación de las tareas ocupacionales (DiDomenico y Nussbaum, 2011).
- ▶ Por lo tanto, la carga mental tiene un efecto directo en la capacidad del operador para mantener o alcanzar los niveles de rendimiento deseados (Xie y Salvendy, 2000).

La Carga Mental: su enfoque en el tiempo.

De acuerdo con Young, Brookhuis, Wickens, & Hancock (2015), el enfoque de los estudios de la carga mental de trabajo ha ido cambiando en los últimos años.

- ▶ Realizaron una búsqueda en una base de datos (Ergo-Abs) de artículos que hicieran uso de Carga Mental en el título del artículo.
- ▶ Posteriormente los clasificaron por área y los separaron por décadas.

La Carga Mental: su enfoque en el tiempo.

Los artículos científicos relacionados con la Carga Mental se han ido incrementando con el transcurso de los años.

Área	1980s	1990s	2000s	Total
Marítima	1	0	0	1
Software engineering/CAD	6	1	0	7
Interfaces adaptativas	3	1	2	6
Control de tráfico aéreo	1	6	10	17
Aviación	1	10	8	19
Diseño de Interfaces	1	8	4	13
Diseño de puestos de trabajo	1	6	8	15
Conducción de vehículos	0	12	28	40
Manufactura/Automatización	0	2	2	4
Medico	0	3	5	8
Control de procesos	0	2	2	4
Ferrocarril	0	2	10	12
Enseñanza	0	1	1	2
Agricultura	0	0	1	1
Militar	0	0	4	4
Usabilidad	0	0	1	1
Otros medios de transporte	1	0	1	2
Total	15	54	87	156

La Carga Mental: su enfoque en el tiempo.

A su vez, las áreas de aplicación fueron cada vez mas variadas.

Pasaron de 7 en la década de los 80's a 17 en los 2000's.

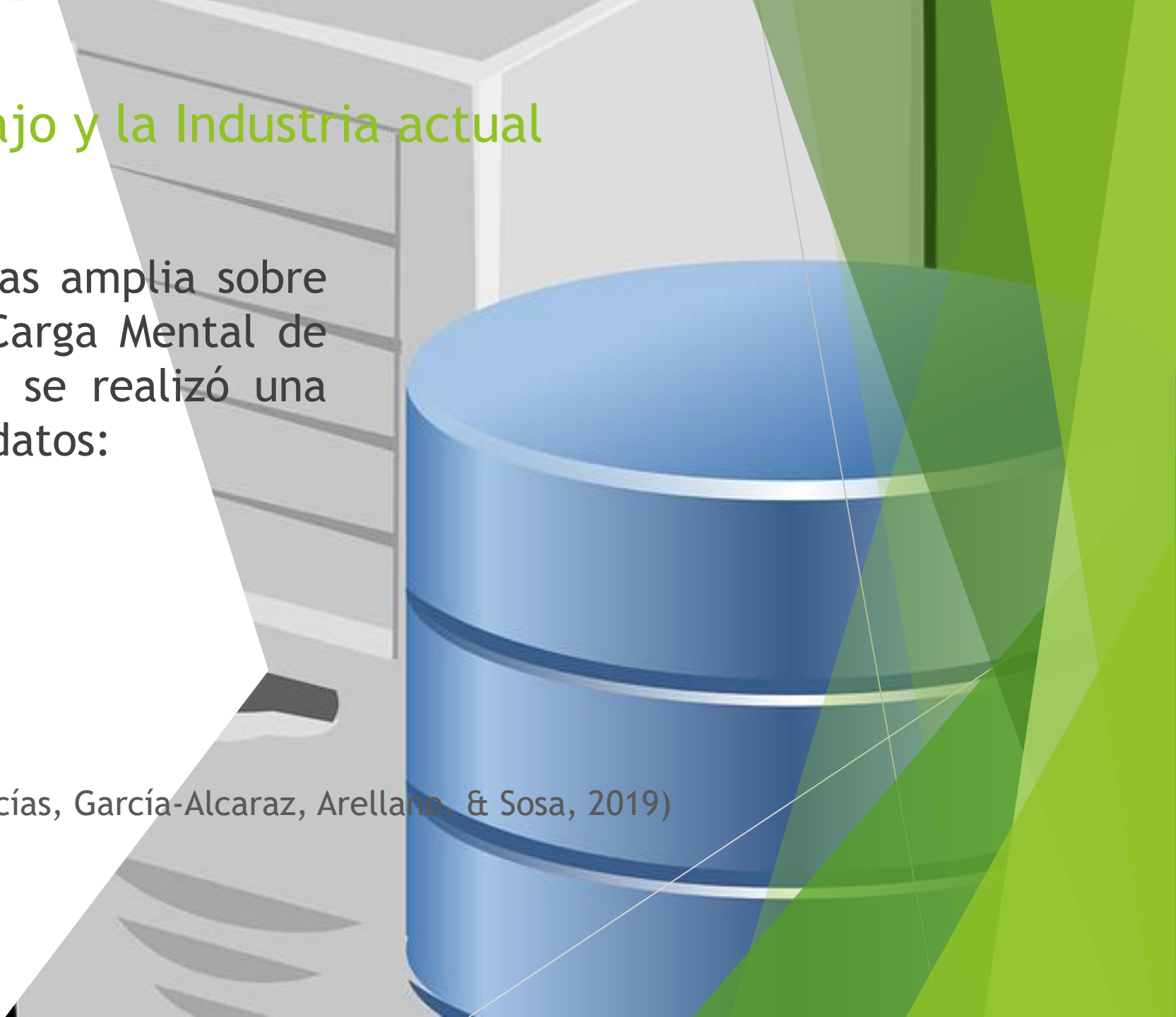
Área	1980's	1990s	2000s	Total
Marítima	1	0	0	1
Software engineering/CAD	6	1	0	7
Interfaces adaptativas	3	1	2	6
Control de trafico aéreo	1	6	10	17
Aviación	1	10	8	19
Diseño de Interfaces	1	8	4	13
Diseño de puestos de trabajo	1	6	8	15
Conducción de vehículos	0	12	28	40
Manufactura/Automatización	0	2	2	4
Medico	0	3	5	8
Control de procesos	0	2	2	4
Ferrocarril	0	2	10	12
Enseñanza	0	1	1	2
Agricultura	0	0	1	1
Militar	0	0	4	4
Usabilidad	0	0	1	1
Otros medios de transporte	1	0	1	2
Total	15	54	87	156

Carga Mental de Trabajo y la Industria actual

Para tener una visión mas amplia sobre el estado actual de la Carga Mental de Trabajo en la industria, se realizó una búsqueda en 4 bases de datos:

- ▶ ACM DL.
- ▶ IEEE Xplore.
- ▶ ScienceDirect
- ▶ Web of Science.

(Barajas-Bustillos, Maldonado-Macías, García-Alcaraz, Arellano, & Sosa, 2019)



Carga Mental de Trabajo y la Industria actual

En una primera búsqueda se encontraron 3839 artículos, repartidos de la siguiente manera:

Base de datos	Numero de artículos
ACM DL:	56
IEEE Xplore:	362
ScienceDirect:	3065
Web of Science:	356
Total:	3839

Carga Mental de Trabajo y la Industria actual

Se eliminaron aquellos artículos que no estuvieran enfocados en la industria, y quedaron 891 artículos:

Database	Number of articles
ACM DL	5
IEEE Xplore	86
ScienceDirect	658
Web of Science	142
Total	891

Carga Mental de Trabajo y la Industria actual

Al final, se seleccionaron aquellos artículos que tuvieron una aplicación directa en la industria, es decir, que no fueran estudios teóricos o de laboratorio:

Base de datos	Artículos
ACM DL	0
IEEE Xplore	0
ScienceDirect	9
Web of Science	3
Total	12

Como se puede observar, solo 12 de 3839 artículos tenían una aplicación en la industria.

Carga Mental de Trabajo y la Industria actual

En cuanto al área en la que se enfocan los 12 artículos seleccionados, se encontró que:

- En 7 de ellos se analiza el desempeño del operador.
- En 3 de ellos se considera la carga mental en el diseño de los sistemas de fabricación
- 1 se enfoca en el área de capacitación
- 1 se enfoca en la planificación



[Esta foto](#) de Autor desconocido está bajo licencia [CC BY-SA](#)

Carga Mental de Trabajo y la Industria actual

En cuanto al instrumento de evaluación de la carga de trabajo mental, y en cuanto a las técnicas subjetivas, éstas se utilizaron en 5 de los 12 artículos seleccionados, el más utilizado es el NASA-TLX, que se utilizó en 4 de estos artículos.

Tipo de técnica	Cantidad	Referencia
Analítica	6	(Bi & Salvendy, 1994; Ding-Yu & Sheue-Ling, 1998, 1998; Ntuen, 1999; Tang et al., 1999; Zhao et al., 2016)
Subjetiva (NASA-TLX)	4	(Bommer & Fendley, 2018; Brolin et al., 2017; Sealetsa & Thatcher, 2011; Tang et al., 1999)
Subjetiva (MCH)	1	(Bevilacqua et al., 2013)
N/A	2	(Nachreiner, 1995; Oah et al., 2018)

Carga Mental de Trabajo y la Industria actual

En la revisión, NASA-TLX se distingue por ser la por ser la técnica de evaluación subjetiva más ampliamente conocida y utilizada (Bommer & Fendley, 2018; Brolin et al., 2017; Sealetsa & Thatcher, 2011; Tang et al., 1999), (Rubio et al., 2004; Stanton et al., 2004, 2013).



Carga Mental de Trabajo y la Industria actual

El uso de técnicas subjetivas en la evaluación de la carga mental ha sido el más extendido.

Presentan un bajo nivel de complejidad en su implementación, ya que prácticamente sólo es necesario utilizar papel y lápiz.

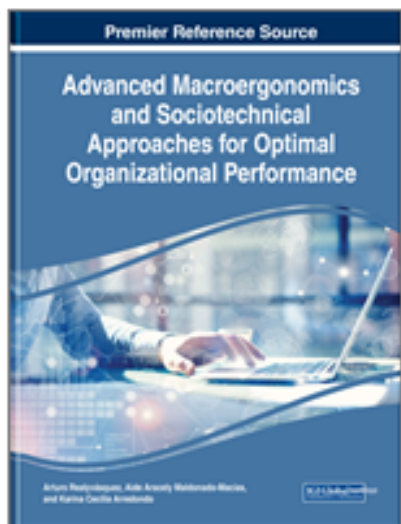


Conclusiones

- La Carga Mental de Trabajo es un constructo que ha ido tomando relevancia, pero enfrenta retos importantes.
- La Carga Mental de Trabajo es un concepto multidimensional, determinado por diferentes factores o dimensiones, pero el número exacto de estos factores o dimensiones aún no está claro.

Conclusiones

- Si bien los últimos años se ha ido presentando un incremento de la atención sobre la Carga Mental de Trabajo.
- Se presenta una oportunidad de investigación donde la valoración y evaluación de la carga mental en los sistemas socio-técnicos del sector industrial puede ser implementada de una manera práctica y confiable.
- Existen oportunidades y retos para incorporar la carga mental de trabajo a la estimación de tiempos estándares de trabajo.
- El manejo de la carga mental de trabajo en ambientes de manufactura presenta retos para adecuar las exigencias de la tarea a las capacidades del operario humano.



Considerations of the Mental Workload in Socio-Technical Systems in the Manufacturing Industry: A Literature Review

Manuel Alejandro Barajas Bustillos (Autonomous University of Ciudad Juárez, Mexico), Aide Aracely Maldonado-Macías (Autonomous University of Ciudad Juárez, Mexico), Jorge Luis García-Alcaraz (Autonomous University of Ciudad Juárez, Mexico), Juan Luis Hernández Arellano (Autonomous University of Ciudad Juárez, Mexico) and Liliana Avelar Sosa (Autonomous University of Ciudad Juárez, Mexico)

Source Title: [Advanced Macroergonomics and Sociotechnical Approaches for Optimal Organizational Performance](#)

Copyright: © 2019 | Pages: 18

DOI: 10.4018/978-1-5225-7192-6.ch005

Abstract

As cognitive tasks have displaced physical tasks in today's manufacturing industry, this sector can demand high levels of mental workload from workers. In certain situations, there is a high cognitive load, which affects operators reducing their attention to the task and causing them mental fatigue and distractions, resulting in errors that generate economic costs or even injuries to workers. This literature review aims to provide a comprehensive understanding the use of mental workload in the manufacturing sector. The methodology consisted of conducting a search in four databases. In the search, a combination of keywords was used, classifying each journal according to the mental workload evaluation means, the type of evaluation, and the area of application. Articles not focusing on the manufacturing area were discarded. Of the total of 3839 articles found, 12 have been selected. Regarding the methods used for mental load assessment, the analytic techniques were found to be the most frequently used.

<http://dx.doi.org/10.4018/978-1-5225-7192-6.ch005>

Referencias

Ayaz, H., Shewokis, P. A., Bunce, S., Izzetoglu, K., Willems, B., & Onaral, B. (2012). Optical brain monitoring for operator training and mental workload assessment. *NeuroImage*, 59(1), 36–47.

Barajas-Bustillos, M. A., Maldonado-Macías, A. A., García-Alcaraz, J. L., Arellano, J. L. H., & Sosa, L. A. (2019). Considerations of the Mental Workload in Socio-Technical Systems in the Manufacturing Industry: A Literature Review. En A. Realyvasquez-Vargas, A. A. Maldonado-Macías, & K. C. Arredondo-Soto (Eds.), *Advanced Macroergonomics and Sociotechnical Approaches for Optimal Organizational Performance* (1a ed., p. 328).

Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., Mazzuto, G., & Paciarotti, C. (2013). Visual Management implementation and evaluation through mental workload analysis. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(7), 294–299.

Bi, S., & Salvendy, G. (1994). Analytical modeling and experimental study of human workload in scheduling of advanced manufacturing systems. *International Journal of Human Factors in Manufacturing*, 4(2), 205–234.

Bommer, S. C., & Fendley, M. (2018). A theoretical framework for evaluating mental workload resources in human systems design for manufacturing operations. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 63, 7–17.

Bowling, N. A., Alarcon, G. M., Bragg, C. B., & Hartman, M. J. (2015). A meta-analytic examination of the potential correlates and consequences of workload. *Work & Stress*, 29(2), 95–113.

Brolin, A., Thorvald, P., & Case, K. (2017). Experimental study of cognitive aspects affecting human performance in manual assembly. *Production & Manufacturing Research*, 5(1), 141–163.

Cain, B. (2007). A Review of the Mental Workload Literature. Recuperado de Defence Research And Development Toronto website: <http://www.dtic.mil/docs/citations/ADA474193>



Referencias

Canas, J., Velichkovsky, B., & Velichkovsky, B. (2011). Human Factors and Ergonomics in “IAAP handbook of applied psychology”.

Chen, J., Song, X., & Lin, Z. (2016). Revealing the “Invisible Gorilla” in construction: Estimating construction safety through mental workload assessment. *Automation in Construction*, 63, 173–183.

Dalmau Pons, I. (2008). Evaluación de la carga mental en tareas de control: técnicas subjetivas y medidas de exigencia (Ph.D. Thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).

DiDomenico, A., & Nussbaum, M. A. (2011). Effects of different physical workload parameters on mental workload and performance. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41(3), 255–260.

Ding-Yu, L., & Sheue-Ling, H. (1998). The development of mental workload measurement in flexible manufacturing systems. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 8(1), 41–62.

Estes, S. (2015). The Workload Curve: Subjective Mental Workload. *Human Factors*, 57(7), 1174–1187.

Ferrer, R., & Dalmau, I. (2014). Ergonomía cognitiva y carga mental. En *Manual de Psicología aplicada al trabajo y a la prevención de los riesgos laborales* (pp. 159–190). Ediciones Pirámide.

González Muñoz, E. L., & Gutiérrez, R. (2006). La carga de trabajo mental como factor de riesgo de estrés en trabajadores de la industria electrónica. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 38(2), 259–270.

Green, T. R. G., & Hoc, J.-M. (1991). WHAT IS COGNITIVE ERGONOMICS? *Le Travail Humain*, 54(4), 291–304.

Hollnagel, E. (1997). Cognitive ergonomics: it’s all in the mind: *Ergonomics*. *Ergonomics*, 40(10), 1170–1182.



Referencias

International Ergonomics Association. (2018). What is ergonomics: definition and domains of ergonomics. Recuperado de <http://www.iea.cc/whats/index.html>

Lindblom, J., & Thorvald, P. (2014). Advances in Cognitive Engineering and Neuroergonomics. 231–242. Recuperado de Scopus.

Miller, S. (2001). Workload measures. National Advanced Driving Simulator. Iowa City, United States.

Nachreiner, F. (1995). Standards for ergonomics principles relating to the design of work systems and to mental workload. *Applied Ergonomics*, 26(4), 259–263.

Ntuen, C. A. (1999). The application of fuzzy set theory to cognitive workload evaluation of electronic circuit board inspectors. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 9(3), 291–301.

Oah, S., Na, R., & Moon, K. (2018). The Influence of Safety Climate, Safety Leadership, Workload, and Accident Experiences on Risk Perception: A Study of Korean Manufacturing Workers. *Safety and Health at Work*.

Rolo González, G., Díaz Cabrera, D., & Hernández Fernaud, E. (2009). Desarrollo de una Escala Subjetiva de Carga Mental de Trabajo (ESCAM). *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 25(1), 29–37.

Rubio, S., Díaz, E., Martín, J., & Puente, J. M. (2004). Evaluation of Subjective Mental Workload: A Comparison of SWAT, NASA-TLX, and Workload Profile Methods. *Applied Psychology*, 53(1), 61–86.

Ryu, K., & Myung, R. (2005). Evaluation of mental workload with a combined measure based on physiological indices during a dual task of tracking and mental arithmetic. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(11), 991–1009.



Referencias

Sealetsa, O. J., & Thatcher, A. (2011). Ergonomics issues among sewing machine operators in the textile manufacturing industry in Botswana. *Work*, 38(3), 279–289.

Stanton, N., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., & Hendrick, H. W. (Eds.). (2004). *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. CRC Press.

Stanton, N., Salmon, P. M., & Rafferty, L. A. (2013). *Human Factors Methods: A Practical Guide for Engineering and Design*. Ashgate Publishing, Ltd.

Tang, K.-H., Koubek, R. J., Lightner, N. J., & Salvendy, G. (1999). Development and validation of a theoretical model for cognitive skills acquisition. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24(1), 25–38.

Vidulich, M. A., & Tsang, P. S. (2012). Mental Workload and Situation Awareness. En G. Salvendy (Ed.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics* (pp. 243–273).

Wickens, C. D., Hollands, J. G., Banbury, S., & Parasuraman, R. (2015). *Engineering Psychology and Human Performance*. Psychology Press.

Xie, B., & Salvendy, G. (2000). Review and reappraisal of modelling and predicting mental workload in single- and multi-task environments. *Work & Stress*, 14(1), 74–99.

Young, M. S., Brookhuis, K. A., Wickens, C. D., & Hancock, P. A. (2015). State of science: mental workload in ergonomics. *Ergonomics*, 58(1), 1–17.

Zhao, X., Hsu, C.-Y., Chang, P.-C., & Li, L. (2016). A genetic algorithm for the multi-objective optimization of mixed-model assembly line based on the mental workload. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 47, 140–146.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

CONTACTO

amaldona@uacj.mx

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

SKYPE

amaldona1032