

Carga cognitiva en la lectura de hipertexto

*Cognitive load in
the reading of hipertexts*

Margarita Cárdenas Pernet

Como citar este artículo

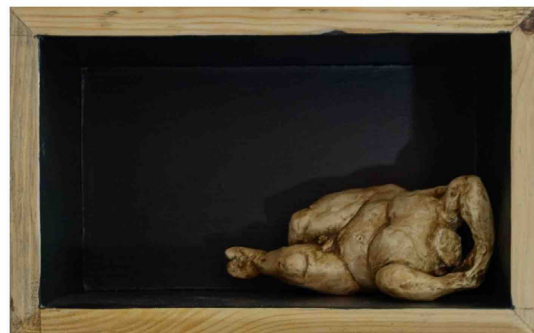
Cárdenas, M. (2018). Carga cognitiva en la
lectura de hipertexto. *Zona Proxima*, 28,
42-56.

zona próxima

Revista del Instituto de
Estudios en Educación y del
Instituto de Idiomas
Universidad del Norte
nº 28 enero-junio, 2018
ISSN 2145-9444 (electrónica)

<http://dx.doi.org/10.14482/zp.27.10978>

zona
próxima



JOAQUÍN BOTERO
EN CAJA DO 6, 8, 9

MARGARITA CÁRDENAS PERNETT

Filiación: Docente de Distrito de Barranquilla
Título: Magister en Educación
Correo: margaritacpernett@gmail.com

FECHA DE RECEPCIÓN: 19 DE ENERO DE 2017
FECHA DE ACEPTACIÓN: 31 DE MAYO DE 2018

<p>Este artículo tiene como finalidad realizar una revisión del concepto de carga cognitiva y explicar los aportes relevantes de diferentes autores para determinar los efectos de la lectura de hipertexto en relación con la carga cognitiva. Así mismo, presentar un repaso histórico que permite establecer los antecedentes de este concepto, sus tipos y los diferentes elementos que lo conforman.</p> <p>Palabras claves: Carga cognitiva, hipertexto, teoría de la carga cognitiva, comprensión lectora.</p>	<p>RESUMEN</p>	<p>This paper aims at reviewing the concept of cognitive load and explaining the important contributions of different authors to determine the effects of reading hypertext in relation to cognitive load. Also, it presents a historical review of this concept, its types and the different elements that comprise it.</p> <p>Keywords: Cognitive load, hypertext theory of cognitive load, reading comprehension.</p>
--	----------------	---

INTRODUCCIÓN

La llegada de las nuevas tecnologías permitió que se introdujeran formas de estudio mucho más interactivas, puesto que el uso del computador trajo consigo la multimedia, lo que significa el paso de lecturas abstractas a lecturas interactivas que incluyen imágenes, sonido y video, así como diferentes enlaces. Por esta razón, estudiosos de la materia se dieron a la tarea de realizar investigaciones encaminadas a determinar cómo influye el uso de estas herramientas en el aprendizaje, tal es el caso de la Teoría de la Carga Cognitiva (TCC) (Sweller, 1994) y, más adelante, la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia (TCAM) (Mayer, 2005), presentándose un marco conceptual perteneciente a las ciencias cognitivas que pretende mejorar los ambientes multimedia o e-learning (Chong, 2005, citado en Andrade, 2012).

En este orden de ideas, De Stefano y Le Fevre (2005, 2007) plantean que la flexibilidad e interactividad propuesta como ventajas del hipertexto, resultan en un producto complejo que puede incrementar la carga cognitiva en el procesamiento de un texto regular.

Con base en lo anterior, este trabajo presenta una revisión bibliográfica para explicar el concepto de carga cognitiva, los tipos de carga cognitiva, los diferentes elementos que hacen parte de ésta, así como los planteamientos de la teoría de la carga cognitiva y las diferentes formas que han usado algunos investigadores para medirla.

También en esta revisión se muestran algunos hallazgos de investigaciones que han estudiado los efectos del hipertexto en la carga cognitiva, o la relación entre lectura de hipertexto y los niveles de carga cognitiva

Finalmente se realiza un análisis de la revisión consultada y se esbozan las conclusiones estimadas.

Definición de Carga cognitiva

La carga cognitiva tiene que ver con la cantidad de recursos cognitivos que una persona necesita para realizar una tarea determinada (O'Donnell & Eggeemeier, 1986). Conforme a lo anterior, la carga es una variable externa, es una característica de la tarea (Hancock & Chignell, 1987; Tsang, 2002). Desde otro punto de vista, la carga de trabajo mental se describe en términos de una interacción entre los requisitos de la tarea y las capacidades humanas o recursos (Hancock & Chignell, 1987); esto significa que la carga cognitiva es la relación entre los recursos mentales impuestos por una tarea y la capacidad de las personas para suministrar esos recursos (Monray 1979; Tsang, 2002).

Entretanto, Sweller (1994) afirma que la carga cognitiva es la carga de trabajo impuesta por una tarea en particular en el sistema cognitivo del ser humano. La carga cognitiva es un constructo con tres dimensiones medibles: Carga mental, esfuerzo mental y desempeño (Kirschner, 2002; Sweller, Chandler, Tierney, & Cooper, 1990; Sweller, Van Merriemboer & Paas, 1998, citados en DeStefano & Lefevre, 2005/2007). La carga mental tiene que ver con la interacción que se origina entre las características de la tarea y las características del aprendiz. Entre las características de la tarea se pueden tener en cuenta su formato, su complejidad, el uso de multimedios, la presión del tiempo y el ritmo de la instrucción. Entre las características del aprendiz se tienen en cuenta la edad, el nivel de experticia, la habilidad espacial. El esfuerzo mental es el aspecto de la carga cognitiva que se refiere a la capacidad cognitiva para acomodar las de-

mandas impuestas por la tarea; este aspecto es medido durante la realización de la misma. El desempeño se refiere a un aspecto de la carga cognitiva que se define en términos de los logros del aprendiz frente a la realización de la tarea; entre estos se tienen en cuenta, número correcto de ítems, número de errores y tiempo en la tarea (Clavijo, Gutiérrez, Parra, Ruiz, Suárez & Zárate, 2011). Por su parte, Cooper (1998) manifiesta que la carga cognitiva se refiere a la cantidad total de actividad mental que realiza la memoria de trabajo.

Existen tres tipos de carga cognitiva: la intrínseca, la extrínseca y la pertinente (Chen & Chang, 2009; Paas, Renkl & Sweller, 2003; Sweller, 2007; Sweller, 2010; Sweller, van Merriënboer & Paas, 1998;). La carga cognitiva intrínseca surge de la interacción entre la naturaleza del objeto o complejidad de la tarea y la experticia del aprendiz; no se encuentra directamente relacionada con el diseño de material instruccional, por lo que se considera que no es posible modificarla, aunque autores como Bannert (2002), Pollock, Chandler y Sweller (2002), van Merriënboer, Kirschner y Kester (2003), van Merriënboer, Kester y Paas (2006), y Van Merriënboer y Sweller (2005) afirman que sí se puede modificar o al menos reducirla.

La carga cognitiva extrínseca o extraña se da cuando el material instruccional posee más información de la necesaria y puede convertirse en distractor y entorpecer la realización de la tarea (Sweller, van Merriënboer & Paas, 1998; Van Merriënboer & Sweller, 2005); este tipo de carga cognitiva es innecesaria y provoca mayor consumo de recursos cognitivos en la memoria de trabajo y no favorece la construcción de esquemas en la memoria a largo plazo, por tanto no promueve la formación de conceptos.

La carga cognitiva germánica o pertinente es el resultado de buenos diseños instruccionales; con ella los recursos en la memoria de trabajo se emplean para la construcción de esquemas beneficiados por procesos de abstracción y elaboración (Gerjets, Scheiter & Cierniak, 2009; Paas, Renkl & Sweller, 2003).

La carga cognitiva es aditiva, lo que indica que el total de la carga cognitiva impuesta por una tarea específica, será la suma de los tres tipos anteriormente mencionados (Sweller et al., 1998)

Antecedentes

La historia de la teoría de la carga cognitiva se remonta a principios de la ciencia cognitiva y a autores como G.A. Miller, quien fue el primero en sugerir que la capacidad de memoria de trabajo es limitada. Según lo establecido por Chase y Simón (1973, citados en Canepa, 2010, p. 282) las personas recurren a integrar y organizar la información en categorías comprensivas de mayor nivel de abstracción. Tales categorías, denominadas *chunk*, constituirían suertes de esquemas básicos a partir de los cuales las personas, especialmente las más experimentadas, reducirían la complejidad de los problemas que se encontrarían abocados a resolver, permitiéndoles eventualmente, además, una mayor cobertura simultánea de la información requerida

John Sweller desarrolló la teoría de la carga cognitiva en la década de los ochenta. Esta teoría sugiere que la carga o capacidad de la memoria de trabajo tiene un punto máximo en el que se puede procesar la cantidad de información recibida. Si esta carga se excede, el aprendizaje no se produce.

Con la publicación, a finales de 1990, de la investigación sobre los niveles de experiencia en

el diseño instruccional, una línea de investigación más dinámica, la carga cognitiva, comenzó a materializarse (Paas, Renkl & Sweller, 2003).

En esta década, la teoría de la carga cognitiva se aplicó en varios contextos y en resultados empíricos de los estudios dirigidos a la demostración de varios efectos de aprendizaje: el efecto de la terminación-problema; efecto modalidad; efecto fracción de la atención, el efecto trabajo-ejemplo y la experiencia efecto de reversión.

Durante las últimas dos décadas, la teoría de la carga cognitiva ha mostrado su influencia en los campos de la psicología educativa y el diseño instruccional (Paas, Van Gog, & Sweller, 2010). La evidencia de tal incidencia viene de Ozcinar (2009), quien al examinar las publicaciones y las tendencias en el diseño instruccional de investigación durante el período 1980-2008, encontró que la teoría de la carga cognitiva fue la segunda frase más utilizada; seis de los diez primeros artículos más citados fueron referidos a la teoría de la carga cognitiva (CLT, por sus siglas en inglés); esta incidencia es reafirmada por Paas et al., (2010). Además Jones (2010), quien investigó la productividad individual de cinco principales revistas de Psicología Educativa de 2003 a 2008, concluyó que cuatro de los veinte primeros investigadores más productivos, identificaron el uso de la teoría de la carga cognitiva como teoría central en su trabajo.

Durante más de un cuarto de siglo, la investigación inspirada por la teoría de la carga cognitiva ha contribuido significativamente a la consecución de eficaces diseños instruccionales, sobre la base de nuestro entendimiento de la arquitectura cognitiva, y su compromiso durante los episodios de aprendizaje y solución de problemas (Ayres & Van Gog, 2009)

Elementos de la carga cognitiva

Existen diversos factores que entran en juego en la carga cognitiva, cuya explicación se abordará en esta revisión:

Memoria sensorial: Los canales sensoriales son sistemas como el visual y el auditivo, que constituyen la clave de nuestra capacidad para localizar los diferentes estímulos del entorno. La memoria sensorial recibe el estímulo de los sentidos y lo almacena por un muy corto tiempo (entre 1 y 3 segundos). Su función es convertir los estímulos sonoros y de la vista en información auditiva y visual. No obstante, no les asigna significado; ambos canales se encuentran separados y la información que allí llega se procesa independientemente (Shaffer, Doube & Tuovinen, 2003).

Memoria de trabajo: Miller (citado en Artino, 2008) explica que la memoria de trabajo, anteriormente conocida como memoria a corto plazo, se caracteriza por su extremada capacidad limitada de almacenamiento de nueva información y procesamiento de nuevas formas; esta memoria trabaja de manera consciente, organiza, contrasta, y compara de dos a tres elementos a la vez. Esto implica la manipulación de información mediante control voluntario y consciente, ya que ésta se mantiene mientras se está usando y prestando atención durante aproximadamente de 15 a 30 segundos, logrando recordar una cantidad máxima de siete elementos (Artino, 2008). Kirschner (2002) afirma que esta memoria es la que usted está usando en este mismo momento al leer este texto; se utiliza para todas las actividades conscientes y es el único recuerdo que puede supervisar. Todo lo demás, el contenido y la función, se ocultan hasta ser traídos a la memoria de tra-

bajo (Anderson, 1977; Atkinson & Shiffrin 1968; Baddeley 1983).

Sobrecarga cognitiva: Según Mayer (2003), la sobrecarga cognitiva se produce cuando el procedimiento cognitivo requerido en una tarea, sobrepasa la capacidad cognitiva disponible.

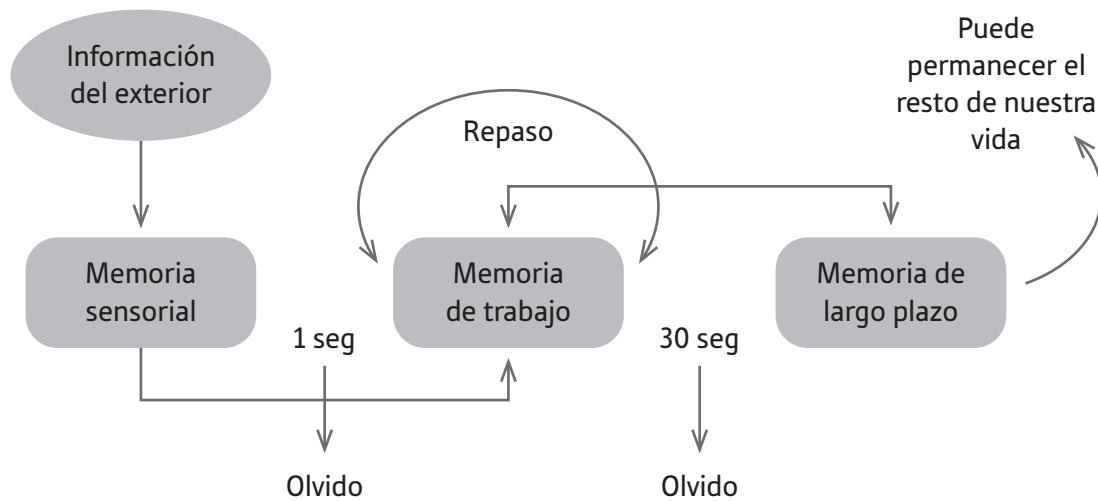
Memoria a largo plazo: Sweller (2008) expresa que es la estructura central de la cognición humana ya que cumple la importante función de categorizar la información con el fin de recuperarla para la realización de tareas específicas. Este proceso se lleva a cabo de manera inconsciente y no consume recursos cognitivos como sucede al presentar nueva información en la memoria de trabajo; por tanto, es ilimitada en tamaño y complejidad de los elementos que procesa (Clark, Kirschner & Sweller, 2012). La memoria a largo plazo no es solamente usada para reconocer o recuperar la información almacenada, sino también para integrar los componentes de toda actividad cognitiva; incluye la solución de problemas de alto nivel (Sweller 2008). Ello indica su importancia para aumentar las funciones cognitivas.

Esquemas: Se entiende por esquemas los elementos del conocimiento que han sido categorizados y almacenados en la memoria a largo plazo; este proceso se realiza según la manera como han sido usados o recuperados para tareas específicas, así pues la habilidad en cualquier área depende de la adquisición de esquemas como dominios específicos del co-

nocimiento (Sweller, 2002). En la memoria a largo plazo, se encuentra un número ilimitado de esquemas; su tamaño y complejidad son igualmente ilimitados.

Teoría de la carga cognitiva (TCC)

La TCC es una teoría dirigida a la instrucción basada en la Ciencia Cognitiva, la cual tiene que ver con los procesos mentales del aprendizaje, con la memoria y con la resolución de problemas. Describe las estructuras del aprendizaje en relación con un sistema de procesamiento de información que involucra la memoria a largo plazo, almacenando el conocimiento y las habilidades en forma cuasi-permanente y la memoria a corto plazo que ejecuta actividades intelectuales asociadas con lo consciente (Sweller, 1999, 1994). La información solo puede ser almacenada en la memoria a largo plazo tras haberle prestado atención y haber sido procesada por la memoria a corto plazo. Esta última, sin embargo, es limitada en cuanto a su capacidad y duración. La memoria a corto plazo es el medio que nos permite pensar en forma lógica y creativa, resolver problemas y ser expresivos (Luchini & Ferreiro, 2014). Por su parte, Miller (1956) afirma que la memoria de trabajo tiene capacidad para mantener solo 7 datos de información en un momento dado. Peterson y Peterson (1959) citados en Chen y Chang (2009) encontraron que la información que llega a nuestra memoria de trabajo se retiene solo unos 20 minutos, si no se repite o se memoriza (Fig. 1).



Fuente: Dale Shaffer, Wendy Doube y Juhani Touvinen, (2003) citados en Andrade (2012).

Figura 1. Estructura de la arquitectura cognitiva humana

La Teoría de la carga cognitiva ha sido diseñada para proporcionar directrices destinadas a ayudar en la presentación de la información de manera que fomente actividades que optimizan el rendimiento intelectual en los estudiantes. La teoría de John Sweller emplea aspectos de la Teoría del Procesamiento de la Información para destacar las limitaciones inherentes a la carga de memoria de trabajo concurrente en el aprendizaje durante la instrucción, haciendo uso de esquemas como la unidad de análisis para el diseño de materiales didácticos. La TCC sugiere que el diseño instruccional que exige a los alumnos distribuir su atención entre múltiples fuentes de información (por ejemplo: lectura y escucha) es ineficaz para el aprendizaje. Se deduce entonces que la información debe ser presentada por canales que no imponen fuertes cargas cognitivas externas (por ejemplo: solo lectura). Las presentaciones de carácter múltiple no se ajustan a este criterio. Por consiguiente, si el objetivo es enseñar a los alumnos a leer

en forma efectiva, los canales de información han de ser fusionados en uno para ahorrar a los estudiantes la realización de integraciones mentales innecesarias que interfieren con el aprendizaje expresivo (Luchini & Ferreiro, 2014).

La Teoría de la Carga Cognitiva (Sweller, 1994) y la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia (Mayer, 2005), en esencia, pretenden alinear el diseño de material instruccional con la Arquitectura Cognitiva Humana (ACH). Sus premisas precisan que los aprendices tienen una muy limitada capacidad de memoria de trabajo cuando deben enfrentarse con nueva información. Por ello, el aprendizaje se verá amenazado si los materiales instruccionales sobrecargan estos recursos. Dado que la información proveniente del entorno es recibida y procesada por medio de canales parcialmente independientes (auditivo y visual), la memoria de trabajo se puede ver beneficiada si el medio de presentación utiliza varios canales al mismo tiempo y/o evita

sobrecargar uno solo (Shaffer, Doube & Tuovinen, 2003). Además, la información nueva podrá ser adquirida solo si la actividad mental del aprendiz puede relacionarla con los esquemas mentales de la información previamente almacenada en la memoria de largo plazo (Clark & Mayer, 2007; Mayer, 2005).

La Teoría de la Carga Cognitiva (CLT) está basada en un modelo de arquitectura cognitiva humana, asumiendo que la memoria de trabajo (WM) es muy limitada en términos de poder almacenar y procesar información (Cowan, 2001; Miller, 1956, citados en Ayres y Van Gog, 2009), mientras que la memoria a largo plazo (LTM) tiene una gran capacidad, capaz de almacenar una cantidad casi ilimitada de información. Esencial para el desarrollo de la pericia y capacidad para resolver problemas es la construcción de esquemas en LTM, es decir, las estructuras del conocimiento organizadas en torno a los conceptos centrales.

En concordancia, Andrade (2012) sostiene que los teóricos de la TCC entienden la estructuración de la mente dentro del cerebro. A esto se le ha llamado la Arquitectura Cognitiva Humana (ACH) (Sweller, 2008). También se consideran los tipos de carga cognitiva que componen el procesamiento mental y su relación con el almacenamiento de la información a largo plazo. Además, se explican brevemente las consecuencias que se producen sobre el aprendizaje al modificar la presentación del material instruccional y alinearla con la Arquitectura cognitiva Humana (ACH). Ésta tiene que ver con la manera cómo las estructuras y funciones cognitivas del ser humano están organizadas (Hasler, Kerten & Sweller, 2007). Según la TCC, la información que entra al cerebro es procesada en tres diferentes estructuras, a saber: a) la memoria

sensorial, b) la memoria de trabajo, y c) la memoria de largo plazo.

Medición de la carga cognitiva

Para la realización de los estudios empíricos, los investigadores han apelado a varias maneras de medir la carga cognitiva. Según los teóricos, la medición de la carga cognitiva ha contribuido al éxito de la TCC y es indispensable para su futuro desarrollo. Para entender la medición, se han definido una serie de conceptos relacionados. La carga cognitiva ha sido definida como "la carga que el desempeño de una tarea particular impone sobre el sistema cognitivo del aprendiz" (Paas, Tuovinen, Tabbers & van Gerven, 2003, p. 64). Este constructo teórico no puede ser medido directamente, así que los investigadores se han apoyado en la evaluación de dimensiones medibles, como la carga mental, el esfuerzo mental y el desempeño.

La posibilidad de medir adecuadamente los diferentes tipos de carga cognitiva, ayudaría a los investigadores educativos y a los diseñadores de instrucción a comprender mejor porqué los resultados de aprendizaje alcanzados con formatos de instrucción pueden diferir entre los formatos o entre los alumnos (Leppink, Paas, Van der Vleuten, Van Gog, & Van Merriënboer, 2013).

Sweller (2011) citado en Schmeck, Opfermann, Van Gog, Paas y Leutner, (2015), distingue entre medidas indirectas, medidas subjetivas, medidas de tareas secundarias, y medidas fisiológicas

Las medidas indirectas, como los métodos de cálculo, el rendimiento o los perfiles de error entre problemas, pueden servir como indicadores de la carga experimentada, pero no son reflejo directo de la carga cognitiva real.

La primera técnica que suele usarse para medir la carga cognitiva, se basa en datos fisiológicos que tienen en cuenta los cambios en funcionamiento cognitivos y se reflejan en variables como medidas de la actividad del corazón y medidas de la actividad cerebral.

Una clasificación común de las técnicas cognitivas de evaluación de la carga los divide en rendimiento subjetivo y medidas fisiológicas (Cegarra & Chevalier 2008). Una clasificación alternativa utiliza cuatro dimensiones: analítico empírica, objetivo-subjetivo, directa-indirecta, y dinámico-estático. Este tipo de medida la acogen Antonenko, Paas, Grabner y Van Gog (2010), al afirmar que la carga cognitiva se puede medir con la electroencefalografía - método identificado como índice fisiológico - que puede servir de medida en línea continua para estimar la carga cognitiva o detectar sutiles variaciones en la carga instantánea, lo cual puede ayudar a explicar los efectos de intervenciones instruccionales cuando las medidas de la carga cognitiva general no reflejan esas diferencias en el procesamiento cognitivo

Un segundo tipo de medición lo constituyen los métodos subjetivos que incluyen escalas de auto-referencia, como pensar en voz alta, los protocolos y las entrevistas posteriores a la tarea.

Las medidas subjetivas pueden arrojar luz sobre el estado cognitivo del usuario y son importantes para evaluar la percepción del usuario en la tarea. Estas mediciones son normalmente adoptadas en un punto después de una tarea que se ha completado y, por lo tanto, son estáticas (Gwizdka, 2010).

Uno de los instrumentos más conocidos y ampliamente utilizado es el NASA TLX (Índice de carga mental) desarrollado por Hart y Staveland

(1988). NASA-TLX consta de cinco subescalas, cada una representada por un elemento de una pregunta de auto informe es decir, requisitos de la tarea, esfuerzo en el contenido de la comprensión, la expectativa de éxito, esfuerzo en la navegación y el estrés (Zumbach & Mohraz, 2008).

Otra modalidad de medición de la carga cognitiva es la metodología de la doble tarea, consistente en pedir la realización de una tarea adicional y de forma paralela a la ya indicada. Al tiempo de la realización de una tarea primaria, los participantes tienen que responder lo más rápido posible, en un estímulo de sondeo que ocurre varias veces durante la ejecución. Como los recursos son limitados, los recursos cognitivos para la tarea secundaria dependen inversamente de los recursos ya asignados a la tarea primaria. En consecuencia, cuantos más recursos se asignan a la tarea primaria, menos recursos están disponibles para la tarea secundaria llevando a una velocidad reducida de respuesta al sondeo. Por lo tanto, la velocidad de respuesta se supone que es un reflejo inverso de la carga impuesta por la tarea principal (Brünken et al., 2002, citados en Schoor, Bannert, & Brünken, 2012).

Carga cognitiva en lectura de hipertexto

Al realizar una revisión sobre la carga cognitiva y el hipertexto se encontraron diferentes posturas al respecto.

Algunos autores como Baddeley (2003) plantean que la lectura y navegación en el hipertexto pueden dar lugar a exigencias en la memoria de trabajo. Este es el grupo de recursos mentales que la gente usa para codificar, activar, almacenar y manipular información, mientras realiza una actividad cognitiva. Las teorías

de la memoria de trabajo proveen una forma útil de operacionalizar el constructo de la carga cognitiva. Las teorías de memoria proporcionan una forma útil de operacionalizar el constructo cognitivo, como un supuesto común de que es una cantidad limitada de información que puede ser procesada simultáneamente (Baddeley & Logie, 1999; Miyake & Shah, 1999; Sweller et al., 1990). Esta característica de los modelos de memoria de trabajo, bien corresponde a la suposición de que el aumento de la carga mental está asociado con desempeño reducido en el desarrollo de la lectura de hipertexto. Dos enfoques metodológicos han sido prominentes en la investigación sobre memoria de trabajo y lectura: El enfoque de tarea dual y el enfoque de diferencias individuales.

Madrid, Oostendorp y Puerta (2009) afirman que el aprendizaje con hipertextos tiene dos problemas que limitan su utilidad: 1) basándose en los planteamientos de Conklin, (1987), y Kim y Hirtle (1995), expresan que en el proceso de navegación, la gente sufre desorientación y sobrecarga cognitiva; 2) los estudios de Chen y Rada, (1996); Dillon y Gabbard, (1998); Shapiro y Niederhauser (2004) dicen, con respecto de la comprensión y el aprendizaje, que no hay evidencia experimental concluyente para probar que la experiencia de aprendizaje es mejor con hipertextos que con los sistemas tradicionales de lectura.

Por su parte, DeStefano y LeFevre (2005, 2007) puntualizan que el aprendizaje, el rendimiento y una alta carga cognitiva en los sistemas de hipertexto, pueden ser responsables de problemas en la comprensión.

Otros autores, como Acuña y López (2015), señalan que el hipertexto abre nuevas posibilidades en la manera de comprender, aprender

y comunicar, pero también impone a los estudiantes, a la par, una serie de requerimientos y exigencias cognitivas, metacognitivas y motivacionales de mayor complejidad.

A partir de la investigación en entornos de hipertexto, varios autores afirman que los hipertextos pueden causar alta carga cognitiva o desorientación, por ejemplo, Conklin (1987), Foltz (1996), McDonald y Stevenson, (1998), Mohageg (1992), Niederhauser, Reynolds, Salmen, Skolmoski (2000), y Wright (1991) citados por Amadiou, Tricot, y Mariné, (2009), coinciden en que navegar a través de entornos no lineales es una actividad que puede interferir con la tarea de aprendizaje porque requiere recursos adicionales en la memoria de trabajo (MT).

De acuerdo con DeStefano y Lefevre (2005, 2007), la lectura de hipertextos requeriría el procesamiento importante en la MT como la toma de decisiones para procesar la siguiente información. Además, los usuarios de hipertexto tienen que planificar sus rutas de lectura y construir una representación de la estructura de hipertexto para navegar a través del espacio de información. Se cuenta con cierta evidencia que muestra la importancia del papel de la carga cognitiva para la comprensión de hipertextos (Lee & Tedder, 2003).

Existe una limitación de la memoria de trabajo humano en los procesos cognitivos en el aprendizaje de hipertexto / hipermedia; a esto se llama sobrecarga cognitiva (Conklin, 1987, citado en Zumbach & Mohraz, 2008): los aprendices tienen que procesar la información representada en los nodos de hipertexto y planificar su navegación, al mismo tiempo que exige mayores recursos de la memoria de trabajo (Banner, 2002). Niederhauser, Reynolds, Salmen y Skolmoski (2000) compararon las estrategias

de lectura y navegación en el aprendizaje por hipermedia y su impacto en los resultados de aprendizaje. Los resultados sugieren que los estudiantes que utilizan una información secuencial y casi lineal muestran más aciertos que los participantes que utilizan una estrategia de navegación no lineal.

Varios estudios sobre sistemas de información interactivos han abordado la medición de la carga cognitiva. Gwizdka (2010) indica que uno de ellos tiene que ver con el trabajo con un enfoque analítico y considera la complejidad visual en pantallas de información. Ello supone que a medida que la complejidad de las representaciones visuales de la información aumenta, también lo hace la carga cognitiva del usuario, debido a la mayor demanda de recursos de procesamiento cognitivo y perceptivo. Rosenholtz, Li y Nakano (2007) definen el desorden visual como «el estado en el cual el exceso de elementos, o su representación u organización, conducen a una degradación del rendimiento en una tarea» (p. 3). Harper, Michalidiou y Stevens (2009) examinaron las percepciones subjetivas de los usuarios en la complejidad de la página web. Se pidió a los participantes que calificaran la complejidad visual de diversas páginas Web y luego describieran las clasificaciones. Se encontró que los participantes tienden a describir la complejidad visual de una página Web al hacer referencia a los objetos que tenían una interacción de mayor complejidad.

En contraste, es preciso mencionar que Schmutz, Heinz, Métrailler y Opwis (2009) realizaron una investigación sobre aplicaciones de comercio electrónico, estudio en que los participantes debían buscar cinco libros predefinidos en cuatro diferentes librerías en línea. Las tareas se realizaban mediante la exploración jerárquica de productos sin usar motores de búsqueda

de los sitios. La carga cognitiva se evaluó con la metodología de la doble tarea midiendo el rendimiento en una tarea secundaria y mediante una evaluación subjetiva después de cada tarea. La metodología doble tarea consistió en la búsqueda de libros como la tarea primaria y en una supervisión visual de una tarea como tarea secundaria. Las puntuaciones de NASA-TLX fueron significativamente diferentes entre las librerías. Los tiempos de reacción de la tarea secundaria, no mostraron diferencias significativas entre las cuatro librerías.

El tiempo de finalización de la tarea primaria y la satisfacción general sugieren que el NASA-TLX se puede utilizar como una valiosa herramienta de medida adicional de la eficiencia. Además, se encontraron fuertes correlaciones entre Navegar / preferencia de búsqueda y el NASA-TLX así como entre las preferencias de búsqueda / consulta y la satisfacción del usuario. Por lo tanto, se aconseja la exploración preferencia / búsqueda como un método prometedor de evaluación heurística de la carga cognitiva.

Los resultados de estas investigaciones indican que la carga cognitiva que se utiliza para hacer lecturas lineales, aumenta cuando se trata de lectura digital o hipertexto.

CONCLUSIONES

Examinadas las investigaciones de este estado del arte, es posible concluir que:

- Los hábitos de lectura lineal han venido cambiando por la lectura hipertextual y se arraiga más con la masificación del internet que permite el acceso a diferentes herramientas, posibilitando abordar simultáneamente distintas tareas.

- Existen diferentes posturas en cuanto a la relación entre hipertexto y carga cognitiva. Unas plantean que este tipo de lectura requiere de mayor carga cognitiva para realizarlo debido a que la lectura de hipertexto genera desconcentración; otras señalan que la lectura hipertextual facilita la comprensión lectora y disminuye la carga cognitiva, permitiendo realizar diversas tareas simultáneamente.
- Se han desarrollado métodos para la medición de la carga cognitiva y la utilización de cada uno de ellos estará determinada por los objetivos específicos que guíen el estudio.
- Las formulaciones planteadas permiten establecer la importancia de realizar investigaciones orientadas a determinar los niveles de carga cognitiva al abordar lecturas hipertextuales.
- Dado que los diferentes instrumentos que existen para medir la carga cognitiva son complementarios entre sí, es necesario diseñar un instrumento integral que permita una evaluación más avanzada para la estimación de los resultados
- La teoría de la carga cognitiva juega un papel importante en las recientes indagaciones, con miras a orientar futuras investigaciones que implican la medición de la carga cognitiva en actividades relacionadas con la búsqueda en la web o con la lectura digital, entre otras, contrastándolas con tareas más sencillas, como la lectura de un texto lineal, con proyección hacia el desarrollo de una nueva línea de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, R. & López, G. (2015) *La lectura digital: requerimientos cognitivos y ayudas para la comprensión*. Disponible en <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/4214/1/VE14.336.pdf>
- Amadiou, F., Tricot, A., & Mariné, C. (2009). Prior knowledge in learning from a non-linear electronic document: Disorientation and coherence of the reading sequences. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 381-388. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.670.3861&rep=rep1&type=pdf>
- Anderson, R. (1977). The notion of schemata and the educational enterprise: General discussion of the conference. In R. Anderson, R. Spiro & W. Montague (eds), *Schooling and the acquisition of knowledge* (pp. 415-431). Erlbaum, Hillsdale N.J.
- Andrade, L. (2012) Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281024896005>
- Antonenko, P., Paas, F., Grabner, R., & van Gog, T. (2010). Using electroencephalography to measure cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(4), 425-438. Disponible en <http://crawl.prod.proquest.com.s3.amazonaws.com/fpcache/a9d0c23ced69982c49e10a292d149bd6.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJF7V7KNV2KKY2NUQ&Expires=1458601379&Signature=nVhFplHbc8jLh6vFlrgcwOc6B9Q%3D>
- Artino, A. (2008). Cognitive load theory and the role of learner experience: an abbreviated review for educational practitioners. *Acce Journal*, 16 (4), 425 – 439.
- Atkinson, R. & Shiffrin, R. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. Spence (ed.) *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, vol. 2,(pp. 89-195). New York: Academic Press.
- Ayres, P. & Van Gog, T. (2009). State of the art research into cognitive load theory. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 253-257. Disponible

- en http://dspace.ou.nl/bitstream/1820/1793/1/Ayres-vanGog_CiHB_2009.pdf
- Baddeley, A. (1983). Working memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 302, (1110), 311-324.
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of communication disorders*, 36(3), 189-208. Disponible en <https://faculty.biu.ac.il/~armonls/924/NWR/baddeley.pdf>
- Baddeley, A., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. In A. Miyake, & P. Shah (Eds.), *Models of Working Memory* (pp. 28-61). New York: Cambridge University Press.
- Bannert, M. (2002). Managing cognitive load: Recent trends in cognitive load theory. *Learning and Instruction*, 12(1), 139-146.
- Canepa, C.D. (2010) Actividad Laboral y Carga Mental de Trabajo. *Ciencia y Trabajo*, 12(36), 281-293. Disponible en <http://www.fiso-web.org/Content/files/articulos-profesionales/2922.pdf>
- Cegarra, J., & Chevalier, A. (2008). The use of Tholos software for combining measures of mental workload: Toward theoretical and methodological improvements. *Behavior Research Methods*, 40(4), 988-1000. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.3758/BRM.40.4.988>
- Chen, I. J., & Chang, C. C. (2009). Teoría de carga cognitiva: Un estudio empírico sobre la ansiedad y el rendimiento en tareas de aprendizaje de idiomas. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7(18), 729-746. Consultado el 6 de diciembre en: <http://www.investigacion-psicopedagogica.org/revista/new/ContadorArticulo.php?348>
- Chen, C. & Rada, R. (1996). Modelling Situated Actions in Collaborative Hypertext Databases. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 2(3). <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.1996.tb00189.x>
- Clark, R. C. & Mayer, R. E. (2007). *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. New York: John Wiley and Sons.
- Clark, R., Kirschner, P. & Sweller, J. (2012). *Putting students on the path to learning: The case for fully guided instruction*. Spring: American Educator.
- DeStefano, D., & LeFevre, J. A. (2005, 2007). Cognitive load in hypertext reading: A review. *Computers in human behavior*, 23(3), 1616-1641. doi:10.1016/j.chb.2005.08.012
- Díaz, P., Catenazzi, N. & Aedi, I. (1996). *De la Multimedia a la Hipermedia*. Madrid: RA-MA Editores.
- Dillon, A. & Gabbard, R. (1998). Hypermedia as an Educational Technology: A Review of the Quantitative Research Literature on Learner Comprehension, Control, and Style. *Review of Educational Research*, 68(3), 322-349. <https://doi.org/10.3102/00346543068003322>
- Gerjets, P., Scheiter, K. & Cierniak, G. (2009). The scientific value of cognitive load theory: A research agenda based on the structuralist view of theories. *Educational Psychology Review*, 21(1), 43-54.
- Gwizdka, J. (2010). Distribution of cognitive load in web search. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(11), 2167-2187. Disponible en <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1005/1005.1340.pdf>
- Hancock, P.A. & Chignell, M.H. (1987). Adaptive Control in Human-Machine Systems. *Advances in Psychology*, 47, 305-345. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62312-2](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62312-2)
- Harper, S., Michailidou, E. & Stevens, R. (2009). Toward a definition of visual complexity as an implicit measure of cognitive load. *ACM Transactions on Applied Perception (TAP)*, 6(2). 1-18.
- Hart, S. & Staveland, E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Advances in Psychology*, 52, 139-183. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9)
- Hasler, B. S., Kersten, B. & Sweller, J. (2007). Learner control, cognitive load and instructional animation. *Applied Cognitive Psychology*, 21, 713-729.
- Kirschner, P. (2002). Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning & Instruction*, 12, 1-10. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Paul_Kirschner/publication/222830815_

- Cognitive_load_theory_implications_of_cognitive_load_theory_on_the_design_of_learning/links/00b49526a0c7fe63ff000000.pdf
- Lee, M. J., & Tedder, M. C. (2003). The effects of three different computer texts on readers' recall: Based on working memory capacity. *Computers in Human Behavior*, 19, 767–783.
- Leppink, J., Paas, F., Van der Vleuten, C. P., Van Gog, T., & Van Merriënboer, J. J. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior research methods*, 45(4), 1058-1072. Disponible en <http://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1706&context=sspapers>
- Luchini, P. L., & Ferreiro, G. M. (2014). Interface entre Teoría de la Carga Cognitiva y habilidades de lectura comprensiva en L2: Un estudio experimental mixto. *Didáctica. Lengua y Literatura*, 26, 241-262. Disponible en <http://revistas.ucm.es/index.php/DIDA/article/viewFile/46834/43946>
- Madrid, R. I., Van Oostendorp, H., & Melguizo, M. C. P. (2009). The effects of the number of links and navigation support on cognitive load and learning with hypertext: The mediating role of reading order. *Computers in Human Behavior*, 25(1), 66-75. Disponible en : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563208001258>
- Mayer, R. E. (2003). Elements of a science of e-learning. *Journal of Educational Computing Research*, 29(3), 297- 313.
- Mayer, R. E. (Ed.). (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge University Press. Disponible en <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/kalinke/gptem/grupos-de-pesquisa/grupos-de-pesquisa/pdf/2014/The%20animation.pdf>
- Miyake, A. & Shah, P. (Eds.) (1999). *Models of Working Memory*. New York: Cambridge University Press.
- Moray, N. (1979). *Mental Workload: Its Theory and Measurement*. New York: Plenum
- Niederhauser, D., Reynolds, R., Salmen, D. & Skolmoski, P. (2000). The influence of cognitive load on learning from hypertext. *Journal of Educational Computing Research*, 23(3), 237-255. <https://doi.org/10.2190/81BG-RPDJ-9FA0-Q7PA>
- Ozcinar, Z. (2009). The topic of instructional design in research journals: A citation analysis for the years 1980-2008. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(4), 559-580. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.363.7260&rep=rep1&type=pdf>
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational psychologist*, 38(1), 1-4. Disponible en http://steinhardtapps.es.its.nyu.edu/create/courses/2174/reading/Paas_Renkl_Sweller_EP.pdf
- Paas, F., Van Gog, T., & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: New conceptualizations, specifications, and integrated research perspectives. *Educational Psychology Review*, 22(2), 115-121. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007/s10648-010-9133-8/fulltext.html>
- Pollock, E., Chandler, P. & Sweller, J. (2002). Assimilating complex information. *Learning and Instruction*, 12(1), 61-86.
- Rosenholtz, R., Li, Y. & Nakano, L. (2007). Measuring visual clutter. *JVis*, 7(2), 1-22. doi: 10.1167/7.2.17.
- Shaffer, D., Doube, W. & Tuovinen, J. (2003). Applying Cognitive Load Theory to Computer Science Education. *Paper presented at the 15th Workshop of the Psychology of Programming Interest Group, Keele UK*. Disponible en: <http://www.ppig.org/papers/15th-shaffer.pdf>
- Shapiro, A., & Niederhauser, D. (2004). Learning from hypertext: Research issues and findings. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (2nd ed., pp. 605–620). Lawrence Erlbaum Associates.
- Schmeck, A., Opfermann, M., van Gog, T., Paas, F., & Leutner, D. (2015). Measuring cognitive load with subjective rating scales during problem solving: differences between immediate and delayed ratings. *Instructional Science*, 43(1), 93-114. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007/s11251-014-9328-3#page-1>
- Schmutz, P., Heinz, S., Métrailler, Y., & Opwis, K. (2009). *Cognitive Load in eCommerce Applica-*

- tions—Measurement and Effects on User Satisfaction*. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Klaus_Opwis/publication/220316624_Cognitive_Load_in_eCommerce_Applications_-_Measurement_and_Effects_on_User_Satisfaction/links/09e4150b4a30c65149000000.pdf
- Schoor, C., Bannert, M., & Brünken, R. (2012). Role of dual task design when measuring cognitive load during multimedia learning. *Educational Technology Research and Development*, 60(5), 753-768. Consultado el 10 de marzo de 2016 en: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11423-012-9251-8/fulltext.html>
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and instruction*, 4(4), 295-312. Disponible en http://www.instructionaldesign.institute/uploads/3/1/2/2/31221959/sweller_cognitive_load_theory_1994.pdf
- Sweller, J. (2007). *Keynote address: Cognitive load. Paper presented at the Symposium on Cognitive Load: Theory and Applications*. Taiwan: Universidad Fo Guang, Yilan.
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123-138.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.
- van Merriënboer, J., Kester, L. & Paas, F. (2006). Teaching complex rather than simple tasks: Balancing intrinsic and germane load to enhance transfer of learning. *Applied Cognitive Psychology*, 20(3), 343-352.
- van Merriënboer, J., Kirschner, P. & Kester, L. (2003). Taking the load off a learner's mind: Instructional design for complex learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 5-14.
- van Merriënboer, J. & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*, 17(2), 147-177.
- Zumbach, J., & Mohraz, M. (2008). Cognitive load in hypermedia reading comprehension: Influence of text type and linearity. *Computers in Human Behavior*, 24(3), 875-887. Disponible en https://www.sbg.ac.at/mediaresearch/zumbach/download/2007_2008/journals/Zumbach_Mohraz_2008.pdf