



UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO

Artículo Científico:

Maestría en Educación, Tecnología e Innovación

Tema:

Teoría de la Carga Cognitiva y Efecto de Prueba: Un Estudio

Exploratorio

Título del Trabajo de Titulación:

Magister en Educación, Tecnología e Innovación

Autores:

Juan Chusin Chusin

Freddy Kleber Chamba Tandazo

Directora de Trabajo de Titulación:

MsC. Marcia Yaguarema

Coautor:

Dr. Jimmy Zambrano R.

Guayaquil, mayo 2024

Resumen

El efecto de prueba ocurre cuando los estudiantes, tras aprender y practicar con evaluaciones, rinden mejor en pruebas posteriores en comparación con solo revisar la información. Este efecto es menos pronunciado o se invierte con pruebas inmediatas en vez de demoradas. Este estudio examinó este efecto variando la complejidad en un dominio específico. Se realizó una investigación cuantitativa con 310 estudiantes de una escuela primaria en Santa Isabel, Ecuador, de 9 a 12 años (171 mujeres y 139 hombres). Se utilizó un diseño factorial con variables de secuencia de tareas (ejemplo-ejemplo vs. ejemplo-problema), interactividad de los elementos (alta vs. baja) y tiempo de la prueba (inmediata vs. demorada). Los resultados mostraron que el rendimiento es mejor en tareas con baja interactividad. Además, las tareas ejemplo-problema son superiores en pruebas demoradas. La relación entre interactividad y efecto de prueba no es clara, sugiriendo considerar la carga cognitiva en el diseño de tareas.

Palabras clave: interactividad de elemento, carga cognitiva, efecto de la prueba.

Cognitive Load Theory and Testing Effect: An Exploratory Study

Abstract

The testing effect occurs when students, after learning and practicing with assessments, perform better on subsequent tests compared to just reviewing the information. This effect is less pronounced or reversed with immediate tests instead of delayed tests. This study examined this effect by varying the complexity within a specific domain. A quantitative investigation was conducted with 310 students from a primary school in Santa Isabel, Ecuador, aged 9 to 12 years (171 females and 139 males). A factorial design was used with task sequence variables (example-example vs. example-problem), element interactivity (high vs. low), and test timing (immediate vs. delayed). The results showed that performance is better on tasks with low interactivity.

Additionally, example-problem tasks are superior in delayed tests. The relationship between interactivity and the testing effect is unclear, suggesting that cognitive load should be considered in task design.

Keywords: element interactivity, cognitive load, testing effect.

DECLARACION DE AUTORIA

Yo, Juan Chusin Chusin y Freddy Kleber Chamba Tandazo, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado, calificación profesional, o proyecto público ni privado; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

En caso de que la Universidad auspice el estudio, se incluirá el siguiente párrafo:

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD DEL PACIFICO, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Juan Chusin

Freddy Chamba

Índice de Contenido

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 La Teoría de la Carga Cognitiva..... | 1 |
| 1.2 Arquitectura Cognitiva Humana..... | 3 |
| 1.3 Interactividad de Elementos..... | 6 |
| 1.4 El Efecto de Prueba y Agotamiento de la Memoria de Trabajo..... | 7 |
| 1.5 El Presente Estudio..... | 8 |
| 2. METODOLOGÍA..... | 10 |
| 2.1 Participantes..... | 10 |
| 2.2 Diseño y Procedimiento..... | 10 |
| 2.3 Materiales..... | 11 |
| 2.4 Desempeño..... | 15 |
| 3. RESULTADOS DE LOS DATOS..... | 17 |
| 3.1 Análisis de la información relevante..... | 17 |
| 4. DISCUSIÓN..... | 18 |
| 5. REFERENCIA..... | 23 |

Introducción

La eficacia de la prueba se manifiesta en la capacidad de los estudiantes para retener más información cuando se le somete a un proceso de práctica durante una evaluación, en comparación con aquellos que se dedican al repaso convencional. El alcance de este efecto puede variar dependiendo de si se implementa una evaluación inmediata o diferida. Esta situación ha sido estudiada por Leahy y Sweller (2019), quienes sugieren que es más apropiado implementar un enfoque de espaciado o retardación en la presentación de información, seguido por su recuperación mediante pruebas. Este método ha sido respaldado por la psicología educativa, como lo han señalado Carpenter *et al.* (2022) quienes confirman que el espaciamiento puede ser una estrategia eficaz para la retención y transferencia de conocimiento a largo plazo.

La manera en que se presenta la información facilita o dificulta su transferencia a la memoria de trabajo. La presentación a la vez facilita la transferencia a la memoria de trabajo, mientras que la interactividad excesiva de elementos puede resultar en una carga a memoria de trabajo muy por encima de los límites de esta. En este sentido, se explica que la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo son afectadas al tener una sobrecarga de información. Este fenómeno se explicó con la teoría de la carga cognitiva, la cual se detallará a continuación.

La Teoría de la Carga Cognitiva

Es una teoría de la enseñanza que se fundamenta en los hallazgos de la arquitectura cognitiva humana, especialmente en el contexto del aprendizaje orientado a la resolución de problemas (Kalyuga & Singh, 2016). Uno de los principios fundamentales establece que los aprendices tienen una capacidad de retención de trabajo limitada al enfrentarse a desafíos de información novedosa, lo que implica que las instrucciones para los estudiantes pueden verse comprometidas si los contenidos sobrecargan estos recursos (Sweller *et al.*, 2019). Además, se

reconoce que la carga de la memoria de trabajo se ve influenciada por la presentación multimodal de la información, con la finalidad de prevenir la sobrecarga. Asimismo, se ha constatado que la agilidad mental del aprendizaje puede vincularse con los esquemas cognitivos previamente almacenados en la memoria a largo plazo (Mayer, 2020).

La carga cognitiva se define como la magnitud del esfuerzo cognitivo necesario para poder realizar una tarea de aprendizaje (Paas *et al.*, 2017). Es importante procesar y retener la información en nuestra memoria de trabajo cuando se realiza una actividad, ya que sin ello no se podría transferir los conocimientos a la memoria a largo plazo. Según Sweller (2010), la capacidad de retención de la memoria de trabajo es limitada. En este punto Chen *et al.* (2023) sugieren que es crucial no sobrecargar la capacidad cognitiva durante una sesión de aprendizaje, debido a que esta situación afecta la memoria de trabajo y puede resultar en pobre aprendizaje.

Se ha observado que la carga cognitiva está directamente relacionada con el nivel de esfuerzo mental que se requiere durante la asimilación y procesamiento de la información (Sweller *et al.*, 2019). Este procesamiento y asimilación de la información se ve afectada por todos los elementos que inciden sobre ella. Por lo tanto, se ha determinado que una evaluación final de un conjunto de tareas no podrá determinar cuál de ellas habría ocasionado una mayor carga cognitiva. Por ejemplo, una de las afectaciones se encuentra cuando la presentación de los contenidos no está organizada de manera apropiada y obstaculiza significativamente la adquisición de conocimiento por parte del estudiante, lo cual conlleva a una comprensión deficiente y a un rendimiento académico subóptimo (Van Gog *et al.*, 2012).

La carga cognitiva se divide en dos categorías principales: intrínseca y ajena (Plass & Kalyuga, 2019). La carga cognitiva intrínseca, tal como indica Sweller (2010), se refiere a la demanda cognitiva impuesto por la información o la tarea, y está determinada por la complejidad

del material en cuestión. Este fenómeno se ve influenciado por la carga inherente a la complejidad de la tarea y el nivel de experiencia del aprendiz, dependiendo de dos variables fundamentales: la naturaleza del material a ser asimilado y la destreza del aprendiz. En consecuencia, una tarea específica puede resultar compleja para un novato, y puede considerarse simple para un experto.

Por otro lado, la carga cognitiva ajena se manifiesta cuando el material instruccional excede la cantidad de información necesaria, lo que puede generar distracciones y dificultar el proceso de comprensión y aprendizaje de la tarea (Greene *et al.*, 2021). Incluir elementos ajenos a las tareas no favorece el proceso de aprendizaje, ya que el aprendiz debe asignar sus recursos cognitivos limitados para prestarles atención en detrimento de la adquisición de la información de la tarea. Además, la combinación de las cargas intrínseca y ajena reduce considerablemente el espacio disponible para la carga cognitiva relevante (Sweller, 2010).

Es necesario resaltar que la carga cognitiva intrínseca se relaciona con la transferencia de los recursos de la memoria de trabajo al almacenamiento a largo plazo a través de la automatización de esquemas. Estas categorías están interrelacionadas, lo que implica que un aprendizaje efectivo puede lograrse en función de las diferentes modalidades de carga cognitiva (Sweller, 2010; Kirschner & van Merriënboer, 2013).

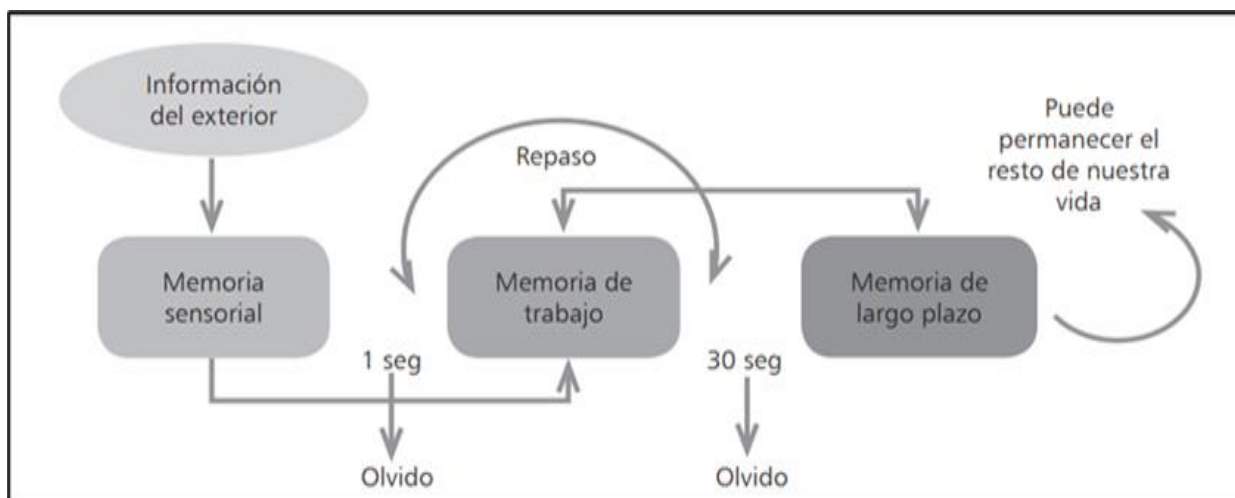
Arquitectura Cognitiva Humana

La arquitectura cognitiva involucra los límites y la organización del sistema de memoria humana, el cual incluye la memoria de trabajo, la retención a largo plazo, así como la interconexión entre estos dos sistemas (Sweller, 1988). Se define como el conjunto de estructuras y funciones cognitivas que conforman la base del funcionamiento mental humano. El flujo de

información que ingresa a la mente se traduce en la conformación de tres distintas estructuras: a) la memoria sensorial, b) la memoria de trabajo y c) la memoria a largo plazo (Figura 1).

Figura 1

Distribución de la Arquitectura Cognitiva Humana



Nota. Adaptado de Andrade (2012).

La memoria sensorial representa un componente fundamental que capacita al individuo para percibir y retener información proveniente del entorno real (Pernett, 2018). Los estímulos captados por este sistema se transforman en recuerdos, mientras que aquellos considerados irrelevantes son eliminados. Este tipo de memoria se compone de canales sensoriales, siendo los más prominentes el visual y el auditivo, que tienen una duración efímera de entre 1 y 3 segundos. Estos canales actúan como la clave para discernir y situar los diversos estímulos en el entorno, con ambos canales operando de manera independiente y procesando la información de manera simultánea y continua (Öğmen & Herzog, 2016). Este subsistema de memoria no juega un rol importante en el aprendizaje.

La memoria de trabajo desempeña un papel crucial en el aprendizaje al permitir retener y manipular la información durante períodos breves, que generalmente oscilan entre 15 y 30

segundos (Baddeley *et al.*, 2020). El procesamiento de la información en esta modalidad de memoria está estrechamente vinculado con actividades conscientes. En contraste con la memoria a largo plazo, la capacidad de procesamiento de la memoria de trabajo es limitada.

Investigaciones recientes han identificado que la memoria de trabajo puede ser dividida en tres procesadores distintos, lo que sugiere una mayor complejidad en su funcionamiento y organización interna (Sweller, 2010).

La idea de que la sobrecarga cognitiva puede afectar el rendimiento de los alumnos al enfrentar información compleja ha sido respaldada por la investigación educativa (Chen *et al.*, 2015; Lu *et al.*, 2020; Singh *et al.*, 2012; Sweller *et al.*, 2019). Por lo tanto, es esencial considerar cómo se presenta el contenido en el aula. Si el material es extenso o complicado, se recomienda dividirlo en partes más pequeñas para evitar saturar la memoria de trabajo de los estudiantes. También, el precitado autor, propone estrategias para mitigar la sobrecarga cognitiva, como proporcionar apoyo estructural o andamiaje, fragmentar la información compleja, fomentar la auto explicación y utilizar ejemplos prácticos, estas prácticas ayudan a optimizar el procesamiento cognitivo y mejorar el desempeño de los educandos, tal como lo plantearon (Sweller *et al.*, 2019).

Por último, la memoria a largo plazo, de acuerdo con lo mencionado por Sweller (2008), a diferencia de su contraparte a corto plazo, posee una capacidad casi ilimitada de almacenamiento. Esta forma de retención de información se encarga de acumular una diversidad de datos, que van desde hechos y conceptos hasta imágenes, recuerdos y procedimientos, entre otros. Un aspecto crucial de la memoria a largo plazo radica en su habilidad para organizar y almacenar información en forma de constructos cognitivos, los cuales incorporan múltiples unidades de información dentro de un marco singular de mayor complejidad (Kalyuga, 2009).

Los esquemas en esta memoria son fundamentales para facilitar la recuperación y aplicación de conocimientos almacenados, cuyos esquemas se forman como producto de la interactividad de los elementos.

Interactividad de Elementos

Según Sweller (2010), un elemento de información se refiere a un hecho o cosa que requiere ser aprendida. Esto ha sido considerado el centro de la carga cognitiva, dado que esta dependerá de la interactividad que se produzca entre los elementos que se requieran para ejecutar alguna tarea. La interactividad se refiere a la cantidad de conexiones entre los elementos de información. A más elementos y conexiones entre ellos, la tarea será más compleja. Por ejemplo, aprender 10 pares de palabras español-inglés puede ser una tarea difícil, para un aprendiz principiante del idioma inglés. Sin embargo, solo interactúan pares de elementos y entre estos quizás solo 10 son nuevos (i.e., en inglés). Aprender a resolver el problema $5x+10=0$ puede ser más demandante porque, si bien tiene menos elementos de información, un cambio en uno de ellos requiere considerar todos los demás simultáneamente.

La interacción entre los elementos puede verse afectada por la carga cognitiva intrínseca, dado que variará de acuerdo con los conocimientos previos de los que disponga el aprendiz (Chen *et al.*, 2019). También está relacionada con la forma de hacer llegar la enseñanza, dado que ambas cargas cognitivas son variables que interfieren con los procesos de aprendizaje (Sweller, 2010). Por su parte, Chen *et al.* (2017) Sugieren que se debe analizar la interactividad de los elementos que se activan durante el proceso de instrucción debido a que, tal y como afirman Wang y Schroeder (2022) demasiados detalles atractivos en el material de aprendizaje pueden inhibir el proceso de aprendizaje. Este análisis se puede realizar considerando la información transmitida a los alumnos y el nivel de conocimiento o comprensión de estos. Con

ello se lograría regular la cantidad de material presentado en un entorno de aprendizaje, especialmente al abordar temas nuevos, ya que la excesiva interacción de elementos puede resultar contraproducente para los estudiantes debido a la limitada capacidad de procesamiento de la memoria de trabajo y la del sostenimiento de la atención (Christofalos *et al.*, 2022).

Cabe destacar la carga cognitiva intrínseca se produce la interactividad de elementos que han sido almacenados en la memoria de largo plazo, los cuales con un adecuado estímulo pasarán a la memoria de trabajo. Mientras que la carga cognitiva ajena se produce por los elementos de interacción provienen de información externa que no está en la memoria de corto plazo (Sweller, 2010). Por lo tanto, la interactividad de los elementos estimulados adecuadamente permite responder a retos instruccionales, al llevarse a la memoria de trabajo. Este proceso se evidencia a través del denominado efecto de prueba que se desarrollará a continuación.

El Efecto de Prueba y Agotamiento de la Memoria de Trabajo

Este fenómeno se relaciona con el hecho de que los estudiantes que practican la recuperación de información mediante pruebas logran un desempeño superior en evaluaciones subsecuentes en comparación con aquellos que simplemente revisan nuevamente el material de estudio (Buchin & Mulligan, 2017; Glaser & Richter, 2022; Hanham *et al.*, 2017; Karpicke & Aue, 2015; Leahy *et al.*, 2015; Van Gog & Kester, 2012). Además, se ha evidenciado que realizar pruebas después de un período de estudio es más eficaz para la retención y transferencia a largo plazo que el mero repaso (Van Gog *et al.*, 2015).

El efecto de la prueba también se refiere a los hallazgos que demuestran que, con el tiempo, la práctica de pruebas es más efectiva para la retención y transferencia de información a largo plazo que el simple re-estudio (Kornell & Vaughn, 2016). Se considera apropiado

implementar pruebas después de un período de estudio de un tema específico, ya que el acto de recordar la información aprendida en días anteriores puede inicialmente resultar desafiante para los estudiantes, pero, en última instancia, facilita la recuperación de esta en la memoria a largo plazo (Ouhao *et al.*, 2017).

Para conocer este fenómeno, los investigadores han llevado a cabo diversas evaluaciones de los efectos, que incluyen la comparación de distintas situaciones, como la comparación entre ejemplos y ejemplos seguidos de problemas. En el primer caso, se proporcionan a los alumnos dos ejemplos resueltos de un problema específico, mientras que, en el segundo caso, conocido como el par de ejemplo-problema, se les presenta primero un ejemplo resuelto y luego un problema similar que requiere su resolución (McDaniel *et al.*, 2011).

El agotamiento de recursos se debe a la excesiva demanda cognitiva producto del desarrollo de una alta carga mental. Uno de los principales desgastes o agotamientos que se observan corresponde con la afectación del nivel atencional lo que a su vez produce una disminución en el desempeño intelectual o laboral. Otros estudios como los de Rubio *et al.* (2017) afirman que la carga mental al ser multidimensional se considera lo cognitivo y emocional, por lo que los recursos mentales, como la memoria de trabajo se agotarían con la contribución de afectaciones a nivel emocional (Vizcaíno *et al.*, 2022).

El Presente Estudio

Leahy y Sweller (2019) investigaron por qué las pruebas suelen generar un rendimiento superior en comparación con un número equivalente de sesiones de estudio. Los resultados confirmaron la eficacia de las pruebas en contraste con la mera repetición del contenido de estudio en tareas complejas. El impacto de la prueba en tareas complejas (i.e., pares ejemplo-problema) fue notablemente más pronunciado en las evaluaciones retrasadas (una semana

después) que en las pruebas realizadas inmediatamente. Sin embargo, en tareas simples (i.e., pares ejemplo-ejemplo), el efecto no apareció. Estos resultados ofrecen evidencia inicial del efecto positivo de las pruebas en el proceso de aprendizaje y la retención de la memoria desde la perspectiva del agotamiento de la memoria de trabajo. Sin embargo, Leahy y Sweller (2019) usaron dos diferentes dominios de conocimiento específico, uno por cada nivel de interactividad de elemento. Es decir, no está claro si el efecto de la prueba en tareas complejas o su falta de ocurrencia en tareas simples se refieren al mismo dominio específico de conocimiento.

En consecuencia, este estudio se enfocó examinar los efectos de la secuencia de tarea (i.e., ejemplo-ejemplo vs. ejemplo-problema) y el tiempo de la prueba (i.e., inmediata vs. demorada) sobre el aprendizaje de tareas con baja y alta interactividad de elemento de un mismo dominio específico de conocimiento. La hipótesis fue que, en las tareas con alta interactividad de elemento, el uso de pruebas (i.e., ejemplo-problema) a diferencia del reestudio (i.e., ejemplo-ejemplo) reduce el desempeño, debido al agotamiento de los recursos de la memoria de trabajo, inmediatamente después de una sesión de aprendizaje; pero el desempeño aumenta en una prueba demorada debido a la recuperación. Sin embargo, estos efectos desaparecen en las pruebas de baja interactividad de elemento.

Método

Participantes

La muestra consistió en 310 estudiantes de una escuela primaria en la ciudad de Santa Isabel, Ecuador. Hubo una participación equitativa de 171 mujeres (55,16%) y 139 hombres (44,84%), cuya edad promedio oscilaba entre 9 y 12 años ($M = 9.40$, $DE = 1.14$). El estudio se llevó a cabo con la previa aprobación de la Universidad del Pacífico y el distrito educativo, y se desarrolló como parte de la rutina normal de clases. Asignaron a los estudiantes aleatoriamente a diferentes condiciones de estudio, lo que garantiza la aleatorización y la imparcialidad en la asignación de los participantes.

La planificación de la muestra se basó en una potencia estadística del .80 y un efecto mediano (medido mediante η_p^2 parcial cuadrada, η_p^2) de .05. La determinación del tamaño de muestra se realizó utilizando el programa GPower y, como resultado de este cálculo, se desarrollaron que se requerirían 38 estudiantes por cada condición experimental.

Diseño y Procedimiento

Se implementó un diseño factorial con las variables de la secuencia de tareas (ejemplo-ejemplo vs. ejemplo-problema), la interactividad de los elementos (alta vs. baja) y el tiempo de la prueba (inmediata vs. demorada). La medida de desempeño y la capacidad de la memoria de trabajo fueron las variables dependientes analizadas en el estudio.

Los dos primeros investigadores realizaron el proceso experimental en ocho sesiones, cada una de 40 minutos. El procedimiento replicó en gran medida el método empleado por Leahy y Sweller (2019) e incluyó tres fases: (1) instrucciones previas, (2) instrucción principal y (3) fase de prueba posterior. Todos los participantes recibieron información inicial basada en un guion memorizado proporcionado por el investigador. Durante la fase de pre-instrucción, se les

presentó a los estudiantes un ejemplo resuelto de un tipo de poema a través de una hoja de trabajo. Además, se les informó que, después de recibir las instrucciones, el grupo de la prueba demorada continuaría el experimento durante una sesión de seguimiento programada para la semana siguiente, mientras que el grupo de la prueba inmediata seguiría con el experimento durante la sesión actual.

Materiales

Los materiales empleados consistieron en un poema acróstico como ejemplo resuelto. Durante la fase de aprendizaje, se presentó a todos los participantes una hoja de papel dividida en dos secciones (Figura 2). En la columna derecha, se detallaban las reglas de manera explícita, junto con flechas que apuntaban hacia un ejemplo en la columna izquierda. Siguiendo estrictamente estas reglas, los participantes podían producir un poema acróstico preciso.

El ejercicio implicaba la creación de poemas de cuatro y siete versos respectivamente, donde la última palabra de cada verso debía rimar entre sí. Se aplicó un enfoque de estructura de rima menos compleja para los poemas de cuatro versos. La hoja de trabajo incluía dos ejemplos resueltos para los grupos que solo realizaron el estudio. Por otro lado, en el caso de los grupos de prueba, se les proporcionó un ejemplo trabajado y se les otorgaron cuatro y siete líneas en blanco en el margen derecho para que pudieran escribir otro poema como parte de la prueba.

Para el experimento de siete versos (Figura 3), el material instructivo presentaba un nivel elevado de interactividad. La prueba posterior consistió en la redacción de un poema acróstico correcto, lo que permitió validar la comprensión y aplicación de las reglas del poema aprendidas durante la fase de instrucción. Este enfoque metodológico garantizó una evaluación precisa del aprendizaje y la retención del contenido por parte de los participantes del estudio.

Figura 2

Ejemplo de Poema Acróstico con Alta Interactividad de Elemento

Poema acróstico

Utiliza la palabra ESCUELA como un ejemplo solamente, no necesitas escribir solo con la palabra ESCUELA puede ser cualquier poema acróstico.

Para escribir poema acróstico

necesitas seguir todas estas reglas.

. Debe haber 7 líneas en el poema

| | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|---|
| La primera letra comienza con | <u>E</u> s verdad que el Universo | . La primera letra de cada palabra subrayada en orden debe formar una palabra de 7 letras de la que trata el poema. |
| La segunda letra comienza con | <u>S</u> e hace chico al aprender | |
| La tercera letra comienza con | <u>C</u> on tus clases, con el verso, | . Las líneas 1 y 3 deben tener las últimas palabras que riman juntas |
| La cuarta letra comienza con | <u>U</u> n examen, resolver | |
| La quinta letra comienza con | <u>E</u> jercicios y gramática, | . Las líneas 4 y 7 deben tener las últimas palabras que riman juntas |
| La sexta letra comienza con | <u>L</u> enguaje con matemáticas | |
| La séptima letra comienza con | <u>A</u> ventura del desenvolver. | |

ESCUELA ← . Esto muestra las letras verticales que forman la palabra.

La palabra es una institución ← . Esta línea debe ser sobre la palabra

Figura 3

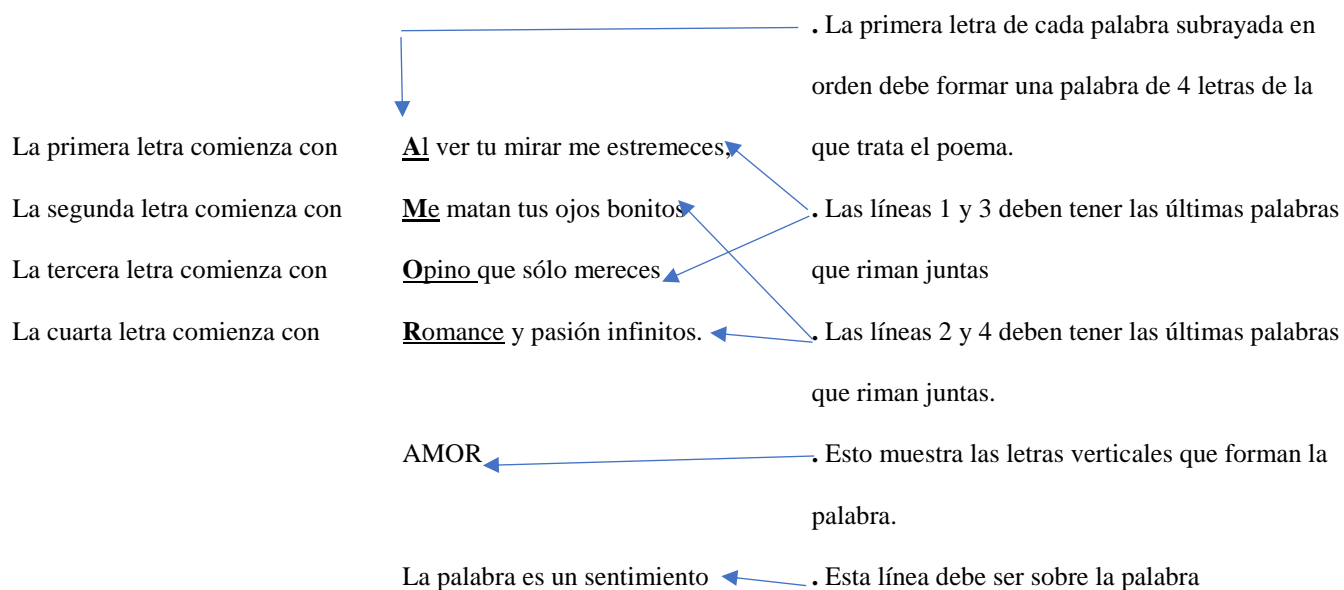
Ejemplo de Poema Acróstico con Baja Interactividad de Elemento

Poema acróstico

Utiliza la palabra AMOR como un ejemplo solamente, no necesitas escribir solo con la palabra AMOR puede ser cualquier poema acróstico.

Para escribir poema acróstico necesitas seguir todas estas reglas.

. Debe haber 4 líneas en el poema



Para estimar de la interactividad de los elementos, se usó el procedimiento de Leahy y Sweller (2019). La tarea no se pudo completar sin considerar todas las reglas simultáneamente (Tabla 1). Cada regla debe considerarse junto con cualquier otra regla para dar sentido al ejemplo resuelto. Si bien la mayoría de las reglas por sí solas tienen una interactividad de elementos relativamente baja, juntas tienen una interactividad de elementos muy alta. Un grupo

proporcionó una estimación del número de elementos que interactúan que deben procesarse al estudiar los ejemplos trabajados.

Tabla 1

Reglas y Elementos que Interactúan

-
1. Tenga en cuenta la columna central y lea el texto en negrita en la parte superior.
 2. Lea el primer punto y observe que debe haber once líneas en el poema.
 3. Lea el segundo punto y siga la flecha.
 4. Fíjate en la primera letra de la primera fila
 5. Lea el tercer punto.
 6. Siga las dos flechas y observe las palabras que riman.
 7. Lea el cuarto punto.
 8. Siga las dos flechas y observe las palabras que riman.
 9. Lea el quinto punto.
 10. Siga las dos flechas y observe las palabras que riman.
 11. Tenga presente las líneas que comparten una rima con el verso siguiente.
 12. Considere que las líneas uno y tres riman en "erso".
 13. Tenga en cuenta que las líneas cuatro y siete riman en "er".
 14. Observe que las líneas uno y tres riman en "ces".
 15. Reconozca que las líneas dos y cuatro riman en "os".

Este proceso proporciona una estructura clara y sistemática para la lectura y comprensión del poema, teniendo en cuenta aspectos específicos de su construcción.

Para la mayoría de los estudiantes, cualquier tarea que requiriera procesar todos estos elementos a la vez creó una alta carga de memoria de trabajo por la alta interactividad de los elementos. Un ejemplo de interactividad de alto elemento de conocimiento es recordar que la primera letra indicada, en la primera palabra indicada, en cada línea, debe ser parte de una palabra vertical, para que coincida con la respuesta. Por el contrario, una parte de la tarea que requirió la consideración de un solo elemento aislado aprovechará el conocimiento que tiene poca interactividad de elementos y no debe extender demasiado la memoria de trabajo. Un ejemplo de tocar elementos aislados, por lo que el conocimiento de interactividad de elementos bajos es recordar que debe haber una descripción de línea final de la palabra vertical o, la redacción repetitiva distintiva del poema.

Desempeño

La evaluación del poema escrito se basó solo en el contenido enseñado explícitamente durante la instrucción. Se dividió dicho contenido en dos categorías: aquella que se consideraba que aprovechaba un conocimiento de interactividad de elementos elevado y la que se estimaba que aprovechaba un conocimiento de interactividad de elementos reducido. No se logró la construcción precisa de algunos poemas, ya que los estudiantes no siguieron todas las reglas presentadas en los ejemplos resueltos.

A continuación, se presentan algunos ejemplos del trabajo escrito por los estudiantes y el proceso de calificación correspondiente. Por ejemplo, la estudiante 3 del grupo de estudio-estudio con prueba inmediata logró completar el poema siguiendo las indicaciones proporcionadas durante la fase de instrucción. Estos resultados, aunque no alcanzaron el estándar deseado, ofrecen información valiosa para entender la interacción entre la enseñanza, la

comprensión y la aplicación práctica de las reglas en el contexto del aprendizaje del poema acróstico:

Mirarte Endulza mi alma

Adorarte es mi devoción

Mostrarte mi amor es tu calma

Abrazarte es la demostración

Significado de la palabra; MAMÁ se refiere a la madre que cuida todos los días.

Además, el participante asignado a la condición compleja de estudio-problema con prueba retardada fue capaz de finalizar este poema.

Como los días a coloridos

Otros chicos pueden ser pacíficos o no

Los chicos están doloridos

Este tema trata de volver

Gracias a estos conocimientos

Iras por buenos rudimentos

Otros a problemas resolver

Significado de la palabra; COLEGIO se refiere a la Institución Educativa

El participante que redactó el poema con la palabra COLEGIO cumplió con precisión todos los criterios establecidos en las instrucciones y recibió una calificación perfecta de 10 puntos sobre 10. El estudiante 5 del grupo de prueba inmediata presentó una composición que obtuvo la siguiente calificación: 1 punto se otorgó por la rima en pares en la última palabra de cada verso, 1 punto adicional se otorgó por incorporar la primera letra como parte de la palabra vertical (en este caso, Mamá), 1 punto más se asignó por incluir la primera letra en la

construcción de una palabra, y 1 punto adicional se concedió por dar una explicación del acróstico. Esta evaluación precisa y detallada refleja la aplicación de criterios específicos para calificar el desempeño de los participantes en función de los estándares establecidos.

Resultados

Los análisis se realizaron utilizando el paquete SPSS versión 26 para Windows. Se empleó un análisis de varianza (ANOVA) de 2 (interactividad del elemento: alta vs. baja) x 2 (estudio: ejemplo-ejemplo vs. ejemplo-problema) x 2 (prueba: inmediata vs. demorada). Los resultados descriptivos se presentan en la Tabla 2. Se utilizó un nivel de significancia de 0.05 para todos los análisis. Para el tamaño del efecto, se utilizó el eta-cuadrado parcial, con valores de .01, .06 y .14 correspondientes a efectos pequeños, medianos y grandes, respectivamente (Cohen, 1988).

Tabla 2

Medias y Desviaciones Estándar para el Rendimiento

| | Ejemplo-Ejemplo | | Ejemplo-Problema | |
|---------------------------------|------------------|-----------|------------------|-----------|
| | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>M</i> | <i>SD</i> |
| | Prueba inmediata | | | |
| Baja interactividad de elemento | 4.19 | 2.64 | 4.20 | 2.76 |
| Alta interactividad de elemento | 3.19 | 2.43 | 3.38 | 2.55 |
| | Prueba demorada | | | |
| Baja interactividad de elemento | 4.22 | 2.40 | 5.18 | 2.64 |
| Alta interactividad de elemento | 2.91 | 2.14 | 3.69 | 2.23 |

El ANOVA 2x2x2 reveló un resultado estadísticamente significativo para la interactividad del elemento, $F(1, 302) = 16.47$, $MSE = 6.23$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.052$. Este resultado sugiere que los

estudiantes que aprendieron con tareas con baja interactividad de elemento ($M = 4.45$, $DE = .20$) superaron en desempeño a quienes aprendieron con tareas de alta interactividad de elemento ($M = 3.29$, $DE = .20$) con 1.16 puntos.

El efecto principal para el estudio no fue significativo, $F(1, 302) = 2.870$, $MSE = 6.23$, $p = .091$, $\eta_p^2 < 0.01$. Esto indica que el aprendizaje con tareas de ejemplo-ejemplo y tareas ejemplo-problema fomentan beneficios similares de aprendizaje. El efecto principal de la prueba tampoco fue estadísticamente significativo, $F(1, 302) = 0.833$, $MSE = 6.23$, $p = .362$, $\eta_p^2 < 0.01$. Ninguna de las interacciones entre los factores principales fue estadísticamente significativas.

Un análisis adicional separando los datos del tiempo de la prueba (i.e., prueba inmediata y demorada) sugiere que el reestudio ($M = 3.69$, $DE = 2.57$) resulta en un desempeño equivalente al uso de una prueba ($M = 3.78$, $DE = 2.67$) en la prueba inmediata, $t(165) = .23$, $p = .82$, $d = .034$. Sin embargo, en la prueba demorada, estudiar con una prueba ($M = 3.59$, $DE = 2.36$) resulta en un desempeño superior que reestudiar ($M = 4.47$, $DE = 2.55$), $t(141) = 2.14$, $p = .04$, $d = .36$.

Discusión

La teoría de la carga cognitiva y el efecto de la prueba son teorías importantes en la psicología educativa. La teoría de la carga cognitiva se enfoca en la limitada capacidad de la memoria de trabajo y cómo la sobrecarga cognitiva puede afectar negativamente el proceso de aprendizaje (Sweller *et al.*, 2011; Tindall *et al.*, 2020). Mientras que el efecto de la prueba pone atención a la retención prolongada de la información en la memoria de largo plazo (Roelle *et al.*, 2022). Desde la perspectiva de la carga cognitiva se ha sugerido que los resultados no consistentes del efecto de la prueba se podrían explicar por la hipótesis del agotamiento de los recursos de la memoria de trabajo (Chen *et al.*, 2017; Tricot *et al.*, 2020). Una reciente

investigación usó pruebas de memoria de trabajo para probar si había un agotamiento de los recursos de memoria de trabajo inmediatamente después de trabajar con tareas simples y complejas (Leahy & Sweller, 2019). En general, se encontró que en tareas con alta interactividad de elementos en el dominio de elaborar un poema hubo más agotamiento después de la prueba inmediata y un mejor desempeño en la prueba demorada. Sin embargo, en tareas de baja interactividad de elemento en el dominio de escritura argumentativa no se encontró evidencia de este efecto.

El presente estudio pretendió replicar estos resultados en el dominio específico de la redacción de un poema acróstico, tal como lo que se reporta en los experimentos 1 y 3 de Leahy y Sweller (2019) manipulando el nivel de complejidad. Se examinó el nivel de complejidad (alta versus baja interactividad de elemento), la secuencia de tarea (i.e., ejemplo-ejemplo vs. ejemplo-problema) el tiempo de la prueba (i.e., inmediata vs. demorada) sobre el desempeño. La hipótesis fue que, en las tareas con alta interactividad de elemento, el uso de pruebas (i.e., ejemplo-problema) a diferencia del reestudio (i.e., ejemplo-ejemplo) reduce el desempeño, debido al agotamiento de los recursos de la memoria de trabajo, inmediatamente después de una sesión de aprendizaje; pero el desempeño aumenta en una prueba demorada debido a la recuperación. Sin embargo, estos efectos desaparecen en las pruebas de baja interactividad de elemento.

En general, nuestros resultados no respaldan las hipótesis. No se encontró que las interacciones entre los efectos sean significativas. Es decir, el esfuerzo cognitivo de estudiar con pruebas al parecer fue similar al producido por reestudiar el material con ejemplos resueltos. Este resultado es consistente con estudios previos Van Gog y Kester (2012), Leahy *et al.* (2015) y Van Gog *et al.* (2015) condujeron un estudio donde un grupo de estudiantes solo estudiaron ejemplos prácticos resueltos o realizaron pruebas después de estudiar un ejemplo. Los resultados

mostraron un rendimiento similar en ambas condiciones en una prueba de retención inmediata después de 5 minutos. Sin embargo, la condición de ejemplos resueltos superó a la condición ejemplo-prueba en una prueba de retención diferida después de 1 semana. Su conclusión fue que el efecto de prueba podría no aplicarse a la adquisición de habilidades para resolver problemas a partir de ejemplos resueltos.

Leahy *et al.* (2015) predijeron que el efecto de prueba puede no obtenerse cuando el material que se está aprendiendo tiene una alta interactividad de elementos. Los resultados de los experimentos 1 y 2 indicaron un efecto de prueba inverso en una prueba inmediata. Un tercer experimento incluyó una prueba demorada de una semana que no mostró un efecto significativo. Estos resultados permitieron concluir que la falta de obtención de un efecto de prueba fue determinada por los altos niveles de interactividad de elementos del material que se debía aprender. Asimismo, Van Gog *et al.* (2015), condujeron cuatro experimentos con diferentes tipos de pruebas iniciales, diferentes dominios de resolución de problemas y diferentes poblaciones de participantes para saber si el efecto de la prueba aparece en condiciones de reestudio con ejemplos resueltos. Los resultados no revelaron evidencia que sugiera un efecto de prueba, por lo cual sugieren que este efecto podría no aplicarse a la adquisición de habilidades de solución de problemas con ejemplos resueltos.

Estos hallazgos previos explican nuestros resultados en el sentido de que las tareas de aprendizaje de reestudio y estudio con pruebas que se usó son altamente demandantes para los participantes. Si bien nuestros participantes tienen una edad similar a los reportados por Leahy y Sweller (2019) y usamos materiales similares al experimento 3, es posible que la manipulación del nivel de interactividad de elemento (i.e., palabras de 4 letras para tareas simples y palabras de 7 letras para tareas complejas) sea similar. Es decir, la tarea consumió una cantidad equivalente

de recursos de memoria de trabajo que impiden ver las diferencias en las pruebas inmediatas y demoradas.

El hallazgo del efecto principal de la interactividad de elemento sugiere que los estudiantes aprenden más con tareas de baja complejidad. Este resultado es consistente con la teoría de la carga cognitiva que sugiere que la adquisición de esquemas en la memoria de largo plazo se facilita cuando la información puede ser procesada dentro de los límites de la memoria de trabajo (Sweller *et al.*, 2011; Zambrano *et al.*, 2020). La adquisición progresiva de los elementos de información o esquemas en la memoria de largo plazo interactúa con el material volviéndolo menos efectivo. Es decir, cuando los estudiantes ya tienen saben cómo resolver una tarea, la enseñanza debe proveer tareas más complejas o con menos guía instruccional (Chen *et al.*, 2017; Kalyuga *et al.*, 2003). Según nuestros resultados, al parecer, estudiar solo con ejemplos resueltos o con pruebas tiene similares ganancias cognitivas a corto y largo plazo cuando los estudiantes pueden resolverlas sin sentirse abrumados. También se debe considerar las pruebas pueden incrementar el desempeño a largo plazo (Van Gog *et al.*, 2015). Nuestro análisis adicional del tiempo de la prueba reveló un efecto de la prueba en las tareas complejas, aunque el tamaño es pequeño ($d = .36$). Al parecer, la práctica de la prueba después de un ejemplo resuelto proveyó una oportunidad para adquirir esquemas de mejor calidad que solamente estudiar los ejemplos resueltos.

En resumen, no encontramos evidencia para la hipótesis de la ocurrencia del efecto de la prueba en función del nivel interactividad de elemento. Los resultados más bien sugieren que la interactividad de elemento tiene un impacto significativo en el aprendizaje de los estudiantes en las pruebas inmediatas y de largo plazo. Esto se alinea con la teoría de carga cognitiva, específicamente, que la adquisición de esquemas en la memoria de largo plazo se facilita cuando

la información se procesa dentro de los límites de la memoria de trabajo. Además, los hallazgos indican que la introducción de tareas más complejas o con menos guía instruccional (i.e., prueba a través de la solución de un problema) es crucial una vez que los estudiantes ya han adquirido las habilidades a través de un ejemplo resuelto.

Los estudios futuros deben replicar este estudio manipulando el nivel de complejidad en un mismo dominio específico. Si bien este estudio tuvo tal objetivo, al parecer la interactividad de elemento de las tareas de las tareas simples de nuestro estudio requieren más manipulación instruccional. Una limitación de este estudio es que no se midió la memoria trabajo junto con las pruebas posteriores. También se sugiere que se haga una medición de línea base para contratar las capacidades de los grupos antes y después de las intervenciones.

La identificación de la interactividad de elemento como el principal efecto tiene importantes implicaciones para los profesionales de la educación. Los educadores deben considerar cuidadosamente el nivel de complejidad de las tareas asignadas a los estudiantes para que estas no sean abrumadoras. Se sugiere diseñar actividades y materiales variadas para ajustarlas al nivel de comprensión. Si una tarea aún es muy demandante o tiene muy poco conocimiento, el estudiante deberá resolver tareas mucho más simples (Martin & Evans, 2018).

Referencias

- Andrade, L. (2012). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5(10), 75-92.
<https://www.redalyc.org/pdf/2810/281024896005.pdf>
- Baddeley, A., Eysenck, M., & Anderson, M. (2020). Work memory. In A. Baddeley, *Memoria* (3ra ed., p. 626). Rutledge Taylor & Francis Group.
- Buchin, Z., & Mulligan, N. (2017). The testing effect under divided attention. *Revista de psicología experimental: aprendizaje, memoria y cognición*, 43(12), 1934-1947.
<https://doi.org/10.1037/xlm0000427>
- Carpenter, S., Pan, S., & Butler, A. (2022). The science of effective learning with spacing and retrieval practice. *Nat Rev Psychol*(1), 496–511. <https://doi.org/10.1038/s44159-022-00089-1>
- Chen, O., Kalyuga, S., & Sweller, J. (2015). The worked example effect, the generation effect, and element interactivity. *Revista de Psicología Educativa*, 107(3), 689-704.
<http://dx.doi.org/10.1037/edu0000018>
- Chen, O., Kalyuga, S., & Sweller, J. (2017). The Expertise Reversal Effect is a Variant of the More General Element Interactivity Effect. *Educational Psychology Review* (29), 393-405. <https://doi.org/10.1007/s10648-016-9359-1>
- Chen, O., Retnowati, E., & Kalyuga, S. (2019). Element interactivity as a factor influencing the effectiveness of worked example–problem solving and problem solving–worked example sequences. *Educational Psychology*, 90n(1), 210-223. <https://doi.org/10.1111/bjep.12317>

- Christofalos, A., Pambuccian, F., & Raney, G. (2022). Too depleted to comprehend: resource depletion impairs situation model comprehension. *Journal of Cognitive Psychol*, 34(6), 703-713. <https://doi.org/10.1080/20445911.2022.2063296>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. NJ: LEA.
- Glaser, J., & Richter, T. (2022). The Testing Effect in the Lecture Hall: Does it Depend on Learner Prerequisites? *Aprendizaje y enseñanza de la psicología*, 22(2), 159-178. <https://doi.org/10.1177/14757257221136660>
- Greene, J., Duke, R., Freed, R., Cindric, D., & Cartif, B. (2021). Effects of an ego-depletion intervention upon online learning. *Computers & Education*, 177, 1-51. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104362>
- Hanham, J., Leahy, W., & Sweller, J. (2017). Cognitive Load Theory, Element Interactivity, and the Testing and Reverse Testing Effects. *Applied Cognitive Psychology*, 265-280.
- Kalyuga, S. (2009). Knowledge elaboration: A cognitive load perspective . *Aprendizaje e Instrucción*, 19(5), 402-410. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.02.003>
- Kalyuga, S., & Singh, A. (2016). Rethinking the Boundaries of Cognitive Load Theory in Complex Learning. *Educational Psychology Review*, (28), 831–852. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9352-0>
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23-31. <https://psycnet.apa.org/record/2003-04803-004>
- Karpicke, J., & Aue, W. (2015). The Testing Effect Is Alive and Well with Complex Materials. *Educational Psychology Review*, 27, 317-326. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9309-3>

- Kirschner, P., & van Merriënboer, J. (2013). Do learners really know best? Urban legends in Education. *Educational Psychologist*, 3(48), 169-183.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2013.804395>
- Kornell, N., & Vaughn, K. (2016). How Retrieval Attempts Affect Learning: A Review and Synthesis. *Psychology of Learning and Motivation*, 65, 183-215.
<https://doi.org/10.1016/BS.PLM.2016.03.003>
- Leahy, W., & Sweller, J. (2019). Cognitive Load Theory, Resource Depletion and the Delayed Testing Effect. *Educational Psychology Review*, (31), 457–478.
<https://doi.org/10.1007/s10648-019-09476-2>
- Leahy, W., Hanham, J., & Sweller, J. (2015). High element interactivity information during problem solving may lead to failure to obtain the testing effect. *Educational Psychology Review*, 27(2), 291-304. <https://psycnet.apa.org/record/2015-02738-001>
- Leahy, W., Hanham, J., & Sweller, J. (2015). Information with a high content of interactivity during problem solving may cause the effect of the test to not be obtained. *Educational Psychology Review*, 27, 291-304. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9296-4>
- Lu, J., Kalyuga, S., & Sweller, J. (2020). Altering element interactivity and variability in example-practice sequences to enhance learning to write Chinese characters. *Applied Cognitive Psychology*, 34(4), 837-843. <https://doi.org/10.1002/acp.3668>
- Martin, A., & Evans, P. (2018). Load reduction instruction: Exploring a framework that assesses explicit instruction through to independent learning. *Teaching and Teacher Education*, 73, 203-214. <https://psycnet.apa.org/record/2018-19058-021>
- Mayer, R. (2020). *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781316941355>

- McDaniel, M., Agarwal, P., Huelser, B., & McDermott, K. (2011). Test-enhanced learning in a middle school science classroom: The effects of quiz frequency and placement. *Journal of Educational Psychology, 2*(103), 399-414. <https://doi.org/10.1037/a0021782>
- Ögmen, H., & Herzog, M. (2016). A New Conceptualization of Human Visual Sensory-Memory. *Frontiers in Psychology, 7*, 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00830>
- Ouhao, C., Castro, J., Paas, F., & Sweller, J. (2017). Extending Cognitive Load Theory to Incorporate Working Memory Resource Depletion: Evidence from the Spacing Effect. *Educational Psychology Review, 30*, 483-501. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9426-2>
- Paas, F., Sweller, J., Castro, J., & Chen, O. (2017). Extending Cognitive Load Theory to Incorporate Working Memory Resource Depletion: Evidence from the Spacing Effect. *Educational Psychology Review, 30*(2), 483-501. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9426-2>
- Pernett, M. (2018). Cognitive load in the reading of hipertexts. *Zona Próxima, 1-11*. <https://doi.org/10.14482/zp.28.9505>
- Plass, J., & Kalyuga, S. (2019). Four Ways of Considering Emotion in Cognitive Load Theory. *Educational Psychology Review (31)*, 339–359. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09473-5>
- Roelle, J., Froese, L., Krebs, R., Obergassel, N., & Waldeyer, J. (2022). Sequence matters! Retrieval practice before generative learning is more effective than the reverse order. *Learning and Instruction, 80*. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101634>

- Rubio, S., López, M., López, R., & Díaz, E. (2017). Development of the CarMen-Q Questionnaire for mental workload assessment. *Psicothema*, 29(4), 570-576.
<https://doi.org/10.7334/psicothema2017.151>
- Singh, A., Marcos, N., & Ayres, P. (2012). The Transient Information Effect: Investigating the Impact of Segmentation on Spoken and Written text. *Applied Cognitive Psychology*, 26(6), 848-853. <https://doi.org/10.1002/acp.2885>
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Sweller, J. (2008). Human cognitive architecture. En J. Spector, M. Merrill, J. van Merriënboer, & M. Driscoll, *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (págs. 369-381). New York: Taylor & Francis Group.
- Sweller, J. (2010). Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Educ Psychol Rev*(22), 123–138. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Sweller, J., van Merriënboer, J., & Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educ Psychol Rev*(31), 261-292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Tindall, S., Agostinho, S., & Sweller, J. (2020). *Advances in cognitive load theory*. Routledge.
- Tricot, A., Puma, S., Capa, R., Audiffren, M., André, N., Lespiau, F., Roussel, S., Jeunet, C., Massa, E., Bellec, D., Fonteneau, E., & Charras, P. (2020). Working Memory Resource Depletion Effect in Academic Learning: Steps to an Integrated Approach. *Human Mental*

- Workload: Models and Applications*, 1318, 13-26. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62302-9_2
- Van Gog, T., & Kester, L. (2012). A Test of the Testing Effect: Acquiring Problem-Solving Skills From Worked Examples. *Cognitive Science A multidisciplinary Journal*, 36(8), 1532-1541. <https://doi.org/10.1111/cogs.12002>
- Van Gog, T., Kester, L., Dirkx, K., Hoogerheide, V., Boerboom, J., & Verkoeijen, P. (2015). Testing After Worked Example Study Does Not Enhance Delayed Problem-Solving Performance Compared to Restudy. *Educational Psychology Review*, (27), 265-289. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9297-3>
- Van Gog, T., Kirschner, F., Kester, L., & Paas, F. (2012). Timing and Frequency of Mental Effort Measurement: Evidence in Favour of Repeated Measures. *Psicología Cognitiva Aplicada*, 26(6), 833-839. <https://doi.org/10.1002/acp.2883>
- Vizcaíno, G., Rojas, L., & Vizcaíno, T. (2022). Factores Asociados a la Carga Mental en Docentes de Instituciones Educativas Ecuatorianas. *Mediciencias UTA*, 6(2), 103-115. <https://doi.org/10.31243/mdc.uta.v6i2.1631.2022>
- Wang, Z., & Schroeder, N. (2022). Inconsistent interactions between the seductive details effect and ego depletion in multimedia learning. *Applied Cognitive Psychology*, 36(2), 418-432. <https://doi.org/10.1002/acp.3932>
- Zambrano, J., Kirschner, P., & Kirschner, F. (2020). *How cognitive load theory can be applied to collaborative learning: Collaborative cognitive load theory*. Taylor & Francis Group.