

UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO

Maestría en Educación, Tecnología e Innovación

**Integrar Texto Escrito y Gráficos como una Dificultad Deseable en el
Aprendizaje Multimedia a Largo Plazo: Estudio de Replicación de
Schweppe & Rummer (2016).**

Nombre del autor

Lcdo. Jorge Garivaldi Vargas Mesa

Lcda. Norma Isabel Quishpe Flores

PhD. Jimmy Zambrano

Guayaquil, abril 2022

DECLARACION DE AUTORIA

Yo, Norma Isabel Quishpe Flores y Jorge Garivaldi Vargas Mesa declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra 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.

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.



Norma Isabel Quishpe Flores



Jorge Garivaldi Vargas Mesa

Resumen-

Por la pandemia del COVID19 se forzó al cambio de modalidad en el sistema educativo y el diseño de materiales de aprendizaje multimedia ganó relevancia en la educación, por lo que es importante medir su impacto en el aprendizaje a corto y largo plazo. El estudio comparo los efectos de la inclusión de imágenes con texto o audios en el diseño de material didáctico multimedia respecto al desempeño en el aprendizaje. Participaron 120 adultos del programa de bachillerato acelerado. Los resultados no permitieron probar si los materiales multimedia que integran imágenes o animaciones con texto o audios logran un mejor desempeño del estudiante a corto y largo plazo. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas que apoyen las hipótesis. Estas evidencias sugieren que el diseño de materiales de aprendizaje multimedia debe tomar en cuenta variables relacionadas con procesos cognitivos activos, habilidades y experiencias del estudiante, en especial de adultos.

Palabras clave- material didáctico, multimedia, dificultad deseable, principio de modalidad, educación de adultos.

Abstract-

The COVID19 pandemic forced a change of modality in the educational system and the design of multimedia learning materials gained relevance in education, so it is important to measure their impact on learning in the short and long term. The study compared the effects of including images with text or audio in the design of multimedia learning materials with respect to learning performance. A total of 120 adults from the accelerated high school program participated. The results did not allow testing whether multimedia materials that integrate images or animations with text or audio achieve better student performance in the short and long term. No statistically significant differences were found to support the hypotheses. This evidence suggests that the design of multimedia learning materials should take into account variables related to active cognitive processes, skills and experiences of students, especially adults.

Key words- learning materials, multimedia, desirable difficulty, modality principle, adult education.

Integrar Texto Escrito y Gráficos como una Dificultad Deseable en el Aprendizaje Multimedia a Largo Plazo: Estudio de Replicación de Schweppe & Rummer (2016).

El diseño de materiales didácticos, utilizando herramientas informáticas, juega un papel primordial en diferentes aspectos educativos como la motivación, permanencia, inspiración, retención y aprendizaje (de Vicenzi, 2020). Utilizar las técnicas, principios y contenidos adecuados determinarán la efectividad del aprendizaje multimedia (R. E. Mayer, 2021). Sin embargo, existen problemas en el diseño del material didáctico multimedia, los resultados de aprendizaje no son los esperados o se desvanecen con el tiempo (Cano et al., 2020; De Vicenzi, 2020).

El aprendizaje multimedia está relacionado con la utilización de texto, audios e imágenes en los recursos didácticos. Schweppe y Rummer (2016), así como Panagiotis y Rodiou (2017) realizaron estudios para probar la efectividad del principio de modalidad del texto (Mayer, 2021) y la dificultad deseable (Bjork, 1994). Los autores probaron en sus estudios que las imágenes o animaciones acompañadas de texto escrito en las presentaciones multimedia (dificultad deseable) son más efectivas a largo plazo que los textos en audio. Para llegar a esta conclusión Schweppe y Rummer (2016) y Sandoval (2016) argumentan que (a) el estudiante recibe los textos en audio una sola vez y al ritmo de presentación, es una información transitoria que dificulta la comprensión y retención al no poder escucharla nuevamente o modificar la velocidad de la presentación, y (b) que el estudiante tiene la posibilidad de leer varias veces el texto escrito mientras la diapositiva está en pantalla, incluso le pueden dedicar más tiempo a las partes difíciles, lo que ayuda a una mejor comprensión y retención. Sin embargo, no se conoce si estos efectos se replican en condiciones de aprendizaje remoto en pandemia en una población estudiantil adulta. A continuación, se discute el aprendizaje multimedia en el contexto de la pandemia y se reporta un estudio de replicación.

Aprendizaje Multimedia

El aprendizaje multimedia utiliza elementos estáticos y/o dinámicos como: textos, imágenes, audios, vídeos, hipertextos, interactividad y otros. La combinación adecuada de estos elementos busca transmitir información a los órganos receptores para motivar e interesar al estudiante y mejorar el aprendizaje (Echeverría & Cobos, 2010; Jerónimo & Bryndum, 2005; Moreno & Mayer, 2007). Los recursos multimedia permiten ejemplificar, recrear, graficar y/o manipular momentos del mundo objetivo y subjetivo, al que generalmente no se tiene un fácil acceso o entendimiento (Bravo, 1996; Harness & Drossman, 2011; Muñoz Carril & González Sanmamed, 2009). El aprendizaje a través de recursos multimedia facilita el acceso a la información y el aprendizaje significativo (de Vicenzi, 2020; Ortega & Antonio, 2002; Sandoval, 2016).

Los recursos multimedia son diseñados según la perspectiva que el docente tiene sobre la manera en que el estudiante aprende, de esto depende su eficacia (Muñoz Carril & González Sanmamed, 2009). Para Paas et al. (2004), es importante entender cómo el estudiante procesa la información de su entorno para lograr el aprendizaje y estructurar la forma más idónea de presentar la información al individuo. Es decir, la utilización del aprendizaje multimedia debe tener un respaldo empírico sustentado en el entendimiento de la cognición humana y no usar las herramientas informáticas solo por incorporarlas en el aula. Sweller (2004, 2007) analiza la estructura de la arquitectura cognitiva humana y sostiene que la información es almacenada y procesada por el estudiante en dos tipos de memoria: de trabajo y de largo plazo.

Al respecto sugiere que la memoria de trabajo se relaciona con la actividad que se realiza, tiene una limitada capacidad de procesamiento y la información es almacenada

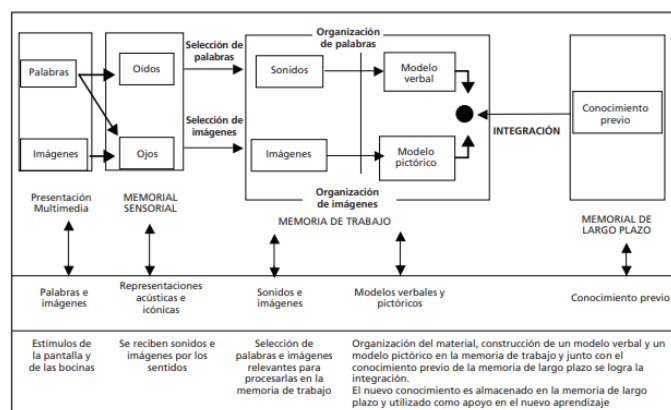
de 15 a 30 segundos (Sweller, 2006). Para el procesamiento de la información utiliza tres canales parcialmente independientes, que se encargan de la información verbal, pictórica y entrada / salida de la memoria de trabajo (Chong, 2005). Tiene una limitada capacidad de procesamiento. Según Miller (1956) puede manejar hasta siete ítems. La memoria de largo plazo es la encargada de almacenar permanentemente la información relacionada con los hechos, conceptos, imágenes, recuerdos, procedimientos y otros adquiridos por el estudiante (Shaffer et al., 2003). Los organiza de forma jerárquica en “esquemas” y no tiene un límite de capacidad. Los esquemas son construidos en la memoria de trabajo y permiten procesar una mayor cantidad de información (Sweller, 2006). Los esquemas no consumen recursos cognitivos cuando se logran automatizar mediante la práctica, haciendo que la ejecución de una tarea sea espontánea y fácil, liberando de carga de procesamiento a la memoria de trabajo (Sweller, 2002).

Mayer (2005), tomando como base la arquitectura cognitiva humana, formula la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (Figura 1), que parte de tres supuestos: (1) el sistema de procesamiento de información humana dispone de dos canales separados: (a) el auditivo/verbal en donde se procesa la información de narraciones o sonidos no verbales que son captados por los oídos, y (b) el visual/pictórico que procesa la información recibida por los ojos como ilustraciones, animaciones, vídeos, texto escrito entre otros. Por tanto, de acuerdo con el material presentado la información será procesada en uno u otro canal de forma independiente. Sin embargo, cuando el estudiante logra controlar los recursos cognitivos, al realizar una actividad de aprendizaje, podría representar la información del canal auditivo en el canal visual y viceversa. (2) Los seres humanos tienen una capacidad limitada de procesamiento de información en cada canal. El estudiante no retiene la totalidad de lo que escucha u observa, la memoria de trabajo de cada canal conserva fragmentos de la información recibida, con esta selección de información se construyen conexiones

con el conocimiento previo para almacenarlo en la memoria a largo plazo. (3) Los seres humanos crean representaciones mentales basadas en sus experiencias. Aplican procesos cognitivos activos que permiten prestar atención e identificar la información relevante, organizar la información en estructuras lógicas y que integren y relacionen los conocimientos previos con los nuevos.

Figura 1

Modelo Cognitivo del Aprendizaje Multimedia (Mayer, 2005, p. 37)



En los estudios realizados por Clark et al., (2003), Mayer (2005) Moreno y Mayer (1999) se demuestra que la capacidad de la memoria de trabajo es limitada cuando al estudiante se le presenta nueva información. Por lo que es necesario que los recursos multimedia no tengan una sobrecarga de información, se combine audios con imágenes y no tenga un ritmo muy acelerado (Andrade, 2011). En este contexto, Zambrano y Yaguarema (2021) sugieren que se puede tener mejores resultados de aprendizaje y retención del conocimiento a largo plazo si, en el diseño de recursos multimedia, se tiene en cuenta las teorías de carga cognitiva, aprendizaje multimedia y/o dificultad deseable.

Principio de Dificultad Deseable

Bjork (1994) considera que, para mejorar el aprendizaje y lograr una retención del conocimiento a largo plazo se requiere incluir en las actividades académicas una cantidad considerable de esfuerzo, dificultad o desafío, que el

estudiante esté en capacidad de hacer, dificultad deseable. Esta afirmación se basa en los experimentos realizados por Christina & Bjork (1991), Farr (1987), Reder y Klatky (1994), Schmidt y Bjork (1992) que demostraron que realizar manipulaciones específicas en el entrenamiento o rutinas de aprendizaje típicas, para aumentar la dificultad y desafíos para el estudiante, redundan en beneficios en términos de retención y transferencia del conocimiento a largo plazo.

El incorporar una dificultad deseable en las rutinas de aprendizaje requiere de un esfuerzo del estudiante al momento de recuperar información de la memoria. Según la teoría del desuso (Bjork & Bjork, 1992), esta acción produce un incremento en la fuerza de almacenamiento a largo plazo. A mayor dificultad de recuperar un esquema, se produce un mejor almacenamiento del esquema. Por su parte Guadagnoll y Lee (2004) explican que el potencial de aprendizaje al incluir una dificultad deseable se condiciona a las habilidades del estudiante, la complejidad de la tarea y el entorno donde se desarrolla la tarea.

La dificultad deseable de una tarea es óptima, cuando maximiza el aprendizaje y disminuye el detrimento del desempeño. Se ha demostrado que el aumento de la dificultad en las tareas tiende a potencializar el aprendizaje a largo plazo, pero puede disminuir el rendimiento a corto plazo (Smith & Handy, 2014). Kirk-Johnson et al. (2019) realizó experimentos para determinar cómo toman los estudiantes las decisiones sobre cómo, qué y cuándo estudiar. El análisis de mediación reveló que los participantes no consideran efectivas las actividades con dificultad deseable. Contrastando con los resultados de su rendimiento, se demuestra que en las actividades con dificultad deseable lograron mejorar su desempeño. Es decir, a los estudiantes no les gusta la idea de hacer actividades en las que tengan que esforzarse. Sin embargo, cuando las hacen, obtienen beneficios a nivel de la retención y transferencia del conocimiento a largo plazo. Yue et al. (2013) analizaron hasta qué punto los grados de correspondencia entre el texto en pantalla y la narración en

una lección multimedia afectan a la retención y transferencia del conocimiento. Encontraron que las diferencias en el desempeño de los estudiantes en las condiciones que diferían el texto de la narración pueden tener su origen en el principio de dificultad deseable y recomiendan que la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia se puede aplicar extendiéndose a la dificultad deseable.

Modalidad y Dificultad Deseable

El estudio realizado por Schweppe y Rummer (2016), concluyó que el principio de modalidad tiene una mayor efectividad en la memoria a corto plazo y que, el principio de dificultad aceptable, al incluir texto escrito en las presentaciones, tiene mejores resultados de aprendizaje y retención en la memoria a largo plazo. Para llegar a estas conclusiones, los autores realizaron un experimento con 124 estudiantes (edad media 21 años) de diferentes especialidades de la Universidad alemana de Erfurt. Utilizaron los materiales diseñados por Moreno y Mayer (1999): lista de verificación y autoevaluación, material de aprendizaje sobre la formación del rayo (i.e., imágenes y texto, imágenes y audio) y test de transferencia y retención del conocimiento, materiales que fueron presentados por computadora.

Para determinar si existía alguna diferencia en los conocimientos previos realizaron una prueba ANOVA entre las cuatro condiciones. Se determinó que no existían diferencias importantes. Para estimar las diferencias de las medidas obtenidas entre las condiciones utilizaron la prueba MANOVA. Los resultados determinaron que sí existe una diferencia significativa. El desempeño es mejor para las condiciones de texto e imágenes sobre las de audio e imágenes (Wilks' $\lambda = .92$; $F(2,114) = 4.85$; $p < .01$; $\eta p^2 = .078$). En especial en las condiciones que realizaron la prueba inmediata (Wilks' $\lambda = .82$; $F(2,114) = 12.18$; $p < .001$; $\eta p^2 = .176$). No existen diferencias significativas entre la condición de audio e imágenes respecto a la prueba diferida (Wilks' $\lambda = .99$; $F < 1$; $p = .62$; $\eta p^2 = .008$). Este estudio de Schweppe & Rummer

(2016), muestra un proceso metodológico sustentado y que puede ser replicado en la institución educativa.

Presente Estudio

En el artículo se compara los efectos de la inclusión de texto e imágenes o audio e imágenes en el diseño de material didáctico multimedia respecto al desempeño del aprendizaje en los estudiantes adultos del bachillerato acelerado en un ambiente de enseñanza remota por el Covid-19. El diseño del experimento de 2x2 factores, es tomado del estudio realizado por Schweppe y Rummer (2016). Toma como factores: la condición de texto e imágenes frente a la de audio e imágenes y el segundo factor compuesto por las pruebas de retención y transferencia inmediatas, frente a las pruebas de retención y transferencia diferidas (después de 7 días). Se realiza la réplica del experimento dos por la facilidad del uso de los recursos informáticos. El desempeño en la prueba de retención y en la prueba de transferencia sirven como variables dependientes.

Según el principio de modalidad, se espera un mejor desempeño en las pruebas de retención y transferencia de las condiciones de audio e imágenes sobre la de texto e imágenes, incluso en las pruebas diferidas (Mayer, 2021). Punto que difiere del enfoque de dificultades deseables, que sugiere, la utilización del texto acompañado de imágenes para mejorar el rendimiento del estudiante (Bjork, 1994). en especial en la condición de prueba diferida, debido al mayor esfuerzo al leer el texto, dando una mayor estabilidad en las representaciones en la memoria y disminuyen las probabilidades del olvido.

Método

Participantes

Para el experimento se contó con 120 estudiantes, que son parte del proyecto de bachillerato acelerado, implementado por el Ministerio de Educación del Ecuador, denominado Fortalecimiento al Acceso, Permanencia, Titulación con énfasis en Inclusión y a lo Largo de la Vida – FAPT. Son estudiantes que por diferentes motivos

(económicos, laborales, sociales) abandonaron los estudios en su juventud y que decidieron terminar el bachillerato. La edad de los participantes oscila entre 20 y 65 años con una edad promedio de 34.36 años ($DE = 7.598$), sus competencias digitales son básicas, al igual que sus costumbres de lectura y redacción. Para estudiar. Los participantes se distribuyeron en cuatro grupos, de forma aleatoria y se distribuyeron en igual número de hombres y mujeres en cada condición. A cada grupo se le asignó una condición: (a) texto escrito e imágenes con prueba inmediata ($n = 40$; género: femenino = 18, masculino = 12; promedio de edad: 34.40, $DE = 8.30$), (b) texto escrito e imágenes con prueba diferida ($n = 40$; género: femenino = 17, masculino = 13; promedio de edad: 33.20, $DE = 6.69$), (c) audio escrito e imágenes con prueba inmediata ($N = 40$; género: femenino = 18, masculino = 12; promedio de edad: 33.69, $DE = 7.60$), (d) audio escrito e imágenes con prueba diferida ($n = 40$; género: femenino = 18, masculino = 12; promedio de edad: 36.40, $DE = 9.27$).

Instrumentos

Los instrumentos utilizados en el experimento fueron los diseñados por Moreno y Mayer (1999). Todos los materiales fueron traducidos del inglés al español, ya que los participantes no dominan el idioma extranjero.

Test de Conocimientos Previos

La evaluación de los conocimientos que tenían los participantes antes del experimento, sobre meteorología, se la realizó mediante la plataforma Quizizz, en la que se diseñó: (a) lista de verificación de conocimientos de 7 ítems (Apéndice 1), en la que debían marcar la casilla de las afirmaciones que consideraban tener conocimiento. (b) Autoevaluación con una escala de 5 puntos (0 = “nada” a 4 = “mucho”) en la que debían marcar el nivel de conocimiento que consideraban tener.

Material de Aprendizaje

Se utilizó diapositivas de PowerPoint para recrear el material original de Moreno y Mayer (1999) que utilizó para

describir el proceso de formación del rayo. La explicación sobre la formación del rayo se la realiza mediante 14 oraciones simples y dos textos de dos oraciones. Cada oración, simples o dobles, se presentan junto a una imagen. Para las condiciones que utilizan audios e imágenes, se realizó una grabación de las oraciones (i.e., intercalando entre voz femenina y voz masculina), que acompañaron a las imágenes. Para las condiciones que combinan texto e imágenes se presentó el texto debajo de las imágenes.

Pruebas de Retención y Transferencia

Las pruebas de retención y transferencia se las diseño en la plataforma Quizizz. La prueba de retención consta de una pregunta abierta en la que se les pidió que escriban cómo se forma un rayo. La prueba de transferencia consta de cuatro preguntas abiertas: (1) ¿Qué podría hacer para disminuir la intensidad de los rayos? (2) Suponga que ve nubes en el cielo, pero no relámpagos. ¿Por qué no hay relámpagos? (3) ¿Qué tiene que ver la temperatura del aire con los rayos? (4) ¿Qué causa los rayos?

Procedimiento

Utilizando la lista de los participantes, se procedió a formar los grupos de forma aleatoria y se distribuyó igual número de hombres y mujeres a cada condición. Con cada grupo se realizó reuniones separadas utilizando la plataforma Zoom, previamente se les envió la invitación por mensajes de WhatsApp. Después de recibir una breve explicación del experimento, a los participantes se les compartió el enlace de la plataforma Quizizz

(<https://quizizz.com/admin/quiz/613aba778a7e11001dbf5b45/lista-de-verificaci%C3%B3n-de-conocimientos>), para que

Apéndice 4).

Resultados

Los 120 participantes completaron la prueba de conocimientos previos y autoevaluación. Sesenta participantes realizaron la prueba de retención y transferencia inmediatamente después de recibir el recurso multimedia

realicen la lista de verificación de conocimientos y autoevaluación sobre meteorología, no tenía tiempo límite. A continuación, a cada grupo se les presentó el material de aprendizaje (según la condición con texto o audio) con los intervalos de tiempo establecidos en la presentación (duración total: 210 s; el mismo tiempo para todas las condiciones).

A las condiciones de prueba inmediata, se les procedió a tomar la evaluación de retención y transferencia después de ver el material de aprendizaje. A las condiciones de prueba diferida se les indicó que el experimento continuaba después de 7 días. Ninguno de los grupos conocía si va a ser evaluado o en qué fecha. En la segunda reunión con los participantes de las condiciones de prueba diferida se tomó la evaluación. Para todas las condiciones era la misma prueba, se compartió el enlace a la plataforma Quizizz (<https://quizizz.com/admin/quiz/613abd747e13ab001d7884af/prueba-de-retenci%C3%B3n-y-transferencia>). Los participantes disponían de 5 minutos para contestar la única pregunta de retención y 3 minutos para cada pregunta de transferencia.

La calificación de las evaluaciones la realizaron dos docentes de Ciencias Naturales de la Unidad Educativa Manuela Cañizares. Los docentes no conocían del experimento. Se les entregó por escrito el procedimiento de calificación establecido por Moreno & Mayer (1999). Para la prueba de retención, se asignó un punto a cada idea principal que el participante escribió (19 ideas posibles; Apéndice 3). La evaluación de transferencia recibía un punto por cada respuesta aceptable que el participante redactó en cada pregunta (4 preguntas;

según su condición (audio e imágenes o texto e imágenes). Los 60 participantes restantes desarrollaron la prueba de retención y transferencia siete días después de recibir el material multimedia que correspondía a su condición. No se reportaron ausencias o participaciones que se puedan

considerar incompletas y que alteren los resultados del estudio.

Se realizó pruebas paramétricas y no paramétricas porque se comprobó que los datos recolectados, para todas las

Tabla 1 muestra las medias e intervalos de confianza de los datos extraídos en cada instrumento por condición.

Tabla 1

Media y Desviación Estándar de cada Condición.

Medida	Prueba inmediata		Prueba diferida	
	Texto e imagen	Audio e imagen	Texto e imagen	Audio e imagen
Conocimiento previo	3.00 (1.47)	2.95 (1.98)	2.67 (2.21)	2.05 (.97)
Autoevaluación	3.42 (2.32)	4.00 (2.83)	3.92 (2.91)	3.67 (2.34)
Retención	.55 (.72)	.62 (.93)	.72 (1.00)	.62 (.74)
Transferencia	4.75 (3.03)	4.17 (2.73)	3.50 (2.67)	4.33 (2.93)

Para analizar los datos se realizó un análisis ANOVA sobre los puntajes en la prueba de conocimientos previos entre las cuatro condiciones ($F(3, 116) = 1.93, p = .13, \eta p^2 = .05, EMC = 3.00$) y los puntajes obtenidos en la autoevaluación entre las cuatro condiciones ($F(3, 116) = .30, p = .82, \eta p^2 = .01, EMC = 6.84$). Los resultados señalan que no existen diferencias significativas de estas dos pruebas entre las cuatro condiciones. El promedio de la prueba de conocimiento previo es de 2.67 sobre una escala de 10 puntos ($DE = 1.75$) y para la prueba de autoevaluación el promedio fue de 3.75 sobre 10 ($DE = 2.59$). Promedios que demuestran que los estudiantes no conocían sobre meteorología y que su precisión en la autoevaluación es baja.

Se llevó a cabo un MANOVA con los puntajes de las pruebas de retención y transferencia como variables dependientes frente al tiempo en que se tomó las pruebas (inmediata o diferida) y al material presentado (audio o

escrito). Los resultados revelaron que no existen diferencias significativas con los puntajes obtenidos en la prueba de retención y transferencia respecto al tiempo en que se tomaron las pruebas (Lambda de Wilks: .99, $F = .80, p = .45, \eta p^2 = .014$). Tampoco se encontró diferencias estadísticas respecto a la modalidad de presentación de la información (Lambda de Wilks: 1, $F = .40, p = .96, \eta p^2 = .001$). La interacción entre el tiempo que se tomaron las pruebas y la modalidad tampoco presentó diferencias significativas (Lambda de Wilks: .98, $F = 1.22, p = .30, \eta p^2 = .021$).

condiciones, no se distribuyen normalmente ($p < .5$). Sin embargo, los resultados del análisis paramétrico como los no paramétricos evidenciaron las mismas conclusiones respecto H_0 , por lo que se informa los resultados de las pruebas paramétricas. La

También se realizó un ANOVA de las pruebas de retención y transferencia (variables dependientes) por separado frente al tiempo en que se tomó las pruebas (inmediata o diferida) y al material presentado (audio o escrito). Los resultados confirman el MANOVA realizado y señala que tampoco existen diferencias estadísticamente significativas

entre las variables dependientes e independientes como lo muestra la

Tabla 2. No obstante, la media de las cuatro condiciones en la prueba de transferencia ($M = 4.19$, $DE = 2.85$) es mayor que los obtenidos en la prueba de retención ($M = .62$, $DE = .85$). Siendo la prueba de transferencia para la condición de texto e imágenes con prueba inmediata la que logró la mayor puntuación ($M = 4.75$, $DE = 3.03$) y la prueba de retención tomada de forma inmediata la de más baja calificación ($M = .55$, $DE = .73$).

Tabla 2
ANOVA de las Pruebas de Retención y Transferencia.

Variables		$F(1, 188)$	p	η^2
Dependiente	Independiente			
Retención	Tiempo que se tomó las prueba	.31	.58	.003
	Material presentado	.013	.91	.000
Transferencia	Tiempo que se tomó las prueba	1.09	.30	.009
	Material presentado	.06	.81	.000

Discusión

El objetivo del estudio fue comparar los efectos de la inclusión de imágenes y texto o imágenes y audio en el diseño de material didáctico multimedia respecto al desempeño del aprendizaje en los estudiantes del bachillerato acelerado. El experimento sugiere que el desempeño del aprendizaje de los estudiantes del bachillerato acelerado es independiente del material (texto o audio) de la presentación multimedia. No se

encontraron diferencias estadísticamente significativas en los resultados de la prueba inmediata o diferida, que prueben si una de las modalidades de presentación (texto o audio) logró que el estudiante tenga un mejor desempeño en el aprendizaje que la otra modalidad.

Respecto a la incidencia de la modalidad de presentación (texto o audio) en la memoria de corto o largo plazo, los resultados indican que no existieron diferencias significativas en la memoria de corto plazo respecto al material (texto o audio). Con la memoria a largo plazo se produjo el mismo efecto encontrado en la memoria a corto plazo. Llama la atención que tampoco se evidenciaron diferencias significativas entre los promedios de la prueba inmediata y la prueba diferida. Lo que indica que la modalidad de presentación, por sí solo, no marca una diferencia entre el conocimiento almacenado a corto plazo o a largo plazo.

Estos resultados no son nuevos, el experimento realizado por Sandoval (2016), dio como resultado, que la condición en la que se incluyó texto e imágenes fue levemente superior en el promedio de las pruebas de retención y transferencia que la condición que recibió la presentación con audio e imágenes, sin llegar a tener una diferencia significativa. Sin embargo, no son muchos los estudios que arrojan resultados similares.

Desde finales del siglo pasado se han realizado varios estudios experimentales y documentales (Andrade, 2011, 2012; Mayer, 2011; Mayer et al., 2001; Moreno & Mayer, 2007, 1999a, 1999b; Panagiotis & Rodiou, 2017), que sugieren que el principio de modalidad de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia contribuye al mejoramiento del desempeño académico de los estudiantes. Se fundamentan, en que las imágenes acompañadas de narraciones y no de texto, en las presentaciones multimedia, evita la saturación de los canales de procesamiento de información (auditivo/verbal y visual/pictórico). Por lo que es probable que estudiantes logren establecer conexiones entre las palabras y las imágenes

cuando la información se presenta como imágenes acompañadas de narraciones (Panagiotis & Rodiou, 2017).

Otros estudios (Christina & Bjork, 1991; Dawson et al., 2021; Farr, 1987; Reder & Klatky, 1994; Schmidt & Bjork, 1992; Schweppe & Rummer, 2016; Wang et al., 2018), demostraron la efectividad de la inclusión de texto e imágenes en el material multimedia, como una dificultad deseable, en el desempeño de las actividades académicas que realiza el estudiante. Argumentan que el texto no tiene el carácter de transitorio como es el audio y que el estudiante, de acuerdo con sus habilidades lectoras puede leer varias veces el texto lo que le lleva a una mejor comprensión y retención del conocimiento.

Como se observa, se han realizado varios estudios que presentan resultados diferentes. Se presume que las diferencias pueden ser por la dificultad y tema de los contenidos, los niveles educativos y condiciones en que se realizaron los experimentos y sobre todo las habilidades y experiencia de los participantes sobre los procesos cognitivos y metacognitivos del aprendizaje. Por lo que, se sugiere que la inclusión de texto e imágenes, como la inclusión de audio e imágenes en el aprendizaje multimedia se pueden utilizar en los diseños de materiales para las actividades de enseñanza.

El diseño de los materiales multimedia, deberán procurar el mejor uso de la tecnología para lograr aprendizajes significativos y de largo plazo, ajustándose a la capacidad cognitiva del estudiantado, tomando en cuenta los conocimientos previos adquiridos y basados en una o varias de las estrategias de la carga cognitiva, procesamiento dual y/o aprendizaje a largo plazo. Zambrano & Yaguarema (2021). Ardaç y Unal (2007) señalan que en diseño del material multimedia debe analizar la naturaleza de la actividad de aprendizaje y las características del alumnado. Las evidencias indican que el diseño de materiales de aprendizaje multimedia debe tomar en cuenta otras variables relacionadas con procesos cognitivos activos, habilidades y experiencia de aprendizaje del estudiante, en especial cuando se trata de

adultos. Además, Venegas (2007) explica que la presentación debe estar: (a) segmentada, procurando el ritmo del estudiante o ajustada a la capacidad del mismo, principio de segmentación; (b) explicar previamente nombres, características y conceptos principales, principio de entrenamiento previo; (c) eliminar los elementos externos, principio de coherencia.

Las pequeñas diferencias encontradas en el promedio de la condición de texto e imagen con la condición de audio e imagen, tanto en la prueba inmediata como diferida sugieren que las dos modalidades pueden ser una dificultad deseable en función de las características y experiencia del estudiantado. Se puede pensar en extender el principio de modalidad para que incorpore la dificultad deseable dentro del marco del principio y de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia.

Se puede anotar que la limitación de este estudio fue que no se caracterizó adecuadamente a los participantes. El diseño de la presentación multimedia debió tomar en cuenta que son estudiantes del bachillerato acelerado. Estudiantes que, por diferentes causas, generalmente económicas o sociales, fueron excluidos del sistema escolar y que en su edad adulta decidieron retomar los estudios, arrastrando fuertes rezagos cognitivos, no manejan adecuadamente los equipos informáticos y/o tiene problemas de salud que dificultan su aprendizaje (Jaramillo & Alabuella, 2021; Vivanco & Mena, 2021). Se sugiere que en estos casos se regule el tiempo de presentación y se valore previamente su comprensión lectora y auditiva.

La información recabada en este artículo permite realizar futuras investigaciones respecto al análisis de los efectos del material multimedia cuando incorpora los principios de segmentación, entrenamiento previo, coherencia, dificultad deseable. También se requiere investigar sobre la caracterización del estudiantado respecto a su capacidad y experiencia en el aprendizaje y el uso de materiales multimedia.

Esta investigación resalta la importancia del correcto diseño de materiales para el aprendizaje multimedia, basados en estudios empíricos y teorías que busquen que el estudiantado logre un aprendizaje significativo y a largo plazo, reflexivo y no memorístico. Sin embargo, es importante anotar que la comunidad educativa tiene que hacer hincapié en los procesos cognitivos y metacognitivos básicos, que le permitan al estudiante tener un nivel adecuado de comprensión lectora y auditiva, presten atención e identificar la información relevante para organizarla estructuras lógicas, que integren los conocimientos previos con los nuevos.

Referencias

- Andrade, L. (2011). Cognitive Load Theory, Design and Multimedia Learning: A State of the Art. *Magis. Revista Internacional de Investigación En Educación*, 5(10), 75–92. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281024896005>
- Andrade, L. (2012). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte. *Magis. Revista Internacional de Investigación En Educación*, 5, 75–92. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281024896005>
- Ardaç, D., & Unal, S. (2007). Does the amount of on-screen text influence student learning from a multimedia-based instructional unit? *Instructional Science* 2007 36:1, 36(1), 75–88. <https://doi.org/10.1007/S11251-007-9035-4>
- Bjork, R. (1994). Memory and Metamemory Considerations in the Training of Human Beings. *Metacognition*. <https://doi.org/10.7551/MITPRESS/4561.003.0011>
- Bjork, R., & Bjork, E. (1992). A new theory of disuse and an old theory of stimulus fluctuation. - PsycNET. In *learning theory to connectionist theory* (Vol. 2, pp. 35–37). Lawrence Erlbaum Associates, Inc. <https://psycnet.apa.org/record/1992-97939-014>
- Bravo, L. (1996). ¿Qué es el vídeo educativo? *Grupo Comunicar*, 3(6), 100–105. <https://doi.org/10.3916/C06-1996-20>
- Cano, S., Collazos, C. A., Flórez, L., Moreira, F., & Ramírez, M. (2020). Experiencia del aprendizaje de la Educación Superior ante los cambios a nivel mundial a causa del COVID 19. *Campus Virtuales*, 9(2), 51–59. www.revistacampusvirtuales.es
- Chong, T. S. (2005). Recent Advances in Cognitive Load Theory Research: Implications for Instructional Designers. *Malaysian Online Journal of Instructional Technology (MOJIT)*, 2(3), 106–117.
- Christina, R., & Bjork, R. (1991). Optimizing long-term retention and transfer. In *In the mind's eye: Enhancing human*

- performance* (pp. 23–56). National Academy Press.
https://www.researchgate.net/publication/263425660_Optimizing_long-term_retention_and_transfer
- Clark, R. C., Mayer, R. E., & Thalheimer, W. (2003). E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning. *Performance Improvement, 42*(5), 41–43.
<https://doi.org/10.1002/PFI.4930420510>
- Dawson, K., Zhu, J., Ritzhaupt, A. D., Antonenko, P., Saunders, K., Wang, J., & Lombardino, L. (2021). The influence of the multimedia and modality principles on the learning outcomes, satisfaction, and mental effort of college students with and without dyslexia. *Annals of Dyslexia, 71*(1), 188–210. <https://doi.org/10.1007/S11881-021-00219-Z>
- de Vicenzi, A. (2020). Del aula presencial al aula virtual universitaria en contexto de pandemia de COVID-19. Avances de una experiencia universitaria en carreras presenciales adaptadas a la modalidad. *Universidad Abierta Interamericana*. moz-extension://956fbd9a-0c69-4f42-94b4-5527589e9adb/enhanced-reader.html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Fuai.edu.ar%2Fmedia%2F115473%2F4-del-aula-presencial-al-aula-virtual-universitaria-en-contexto-de-pandemia-de-covid-19.pdf
- Echeverría, L., & Cobos, R. (2010). A Motivation Booster proposal based on the monitoring of users' progress in CSCL environments. *Undefined*, 671–676.
<https://doi.org/10.1109/CSCWD.2010.5471889>
- Farr, M. J. (1987). The Long-Term Retention of Knowledge and Skills: A Cognitive And Instructional Perspective. *Undefined*. <https://doi.org/10.21236/ADA175905>
- Guadagnoli, M. A., & Lee, T. D. (2004). Challenge Point: A Framework for Conceptualizing the Effects of Various Practice Conditions in Motor Learning. *Journal of Motor Behavior, 36*(2), 212–224.
<https://doi.org/10.3200/JMBR.36.2.212-224>
- Harness, H., & Drossman, H. (2011). The environmental education through filmmaking project.
<https://doi.org/10.1080/13504622.2011.618626>, 17(6), 829–849. <https://doi.org/10.1080/13504622.2011.618626>
- Jaramillo, A., & Alabuela, E. (2021). *La relación del estrés académico y los roles sociales en estudiantes del programa ABC de bachillerato acelerado de Ambato* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador].
<https://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/3245>
- Jerónimo, J., & Bryndum, S. (2005). Motivation in Telematic Environments. *RED: Revista de Educación a Distancia, 13*, 4.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1369855&info=resumen&idioma=ENG>
- Kirk-Johnson, A., Galla, B. M., & Fraundorf, S. H. (2019). Perceiving effort as poor learning: The misinterpreted-effort hypothesis of how experienced effort and perceived learning relate to study strategy choice. *Cognitive Psychology, 115*, 101237. <https://doi.org/10.1016/J.COGPYSYCH.2019.101237>
- Mayer, R. (2011). *Aplicando la ciencia del aprendizaje* (1st ed.). Graó. <https://books.google.com.ec/books?id=A-QfEAAAQBAJ&pg=PT159&lpg=PT159&dq=pruebas+de+retenci%C3%B3n+y+transferencia&source=bl&ots=ysY1hJRGjL&sig=ACfU3U1JXiaf0PZbt3UbZGjUU2UH-LUfpg&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjs1LSx0PX1AhV0STABHW9LBH8Q6AF6BAGdEAM#v=onepage&q=pruebas%20de%20retenci%C3%B3n%20y%20transferencia&f=false>
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive Theory of Multimedia Learning. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, 31–48. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.004>
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge. <https://doi.org/10.1017/9781316941355>
- Mayer, R. E., Heiser, J., & Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of Educational*

- Psychology*, 93(1), 187–198. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.1.187>
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81–97. <https://doi.org/10.1037/H0043158>
- Moreno, R., & Mayer, R. (2007). Interactive Multimodal Learning Environments. *Educational Psychology Review* 2007 19:3, 19(3), 309–326. <https://doi.org/10.1007/S10648-007-9047-2>
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (1999a). Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 91(2), 358–368. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.2.358>
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (1999b). Visual Presentations in Multimedia Learning: Conditions that Overload Visual Working Memory. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 1614, 798–805. https://doi.org/10.1007/3-540-48762-X_98
- Muñoz Carril, P. C., & González Sanmamed, Mercedes. (2009). *El diseño de materiales de aprendizaje multimedia y las nuevas competencias del docente en contextos teleformativos*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=823152>
- Ortega, J., & Antonio, J. (2002). *Principios para el diseño y organización de programas de enseñanza virtual: sistematización a la luz de las teorías cognoscitivas y conductuales*. https://www.researchgate.net/publication/237496004_Principios_para_el_diseno_y_organizacion_de_programas_de_ensenanza_virtual_sistematizacion_a_la_luz_de_las_teorias_cognoscitivas_y_conductuales
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2004). Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture. *Instructional Science* 2004 32:1, 32(1), 1–8. <https://doi.org/10.1023/B:TRUC.0000021806.17516.D0>
- Panagiotis, I., & Rodiou, E. (2017). Pictures with narration versus pictures with on-screen text during teaching Mathematics. *Research in Pedagogy*, 7(1), 57–68.
- Reder, L., & Klatky, R. (1994). *The Effect of Context on Training: Is Learning Situated?* https://www.researchgate.net/publication/2297616_The_Effect_of_Context_on_Training_Is_Learning_Situated
- Sandoval, L. (2016). An investigation of multimedia instruction, the modality principle, and reading comprehension in fourth-grade classrooms. In *ProQuest Dissertations and Theses*. https://ezp.waldenulibrary.org/login?url=https://search.proquest.com/docview/1819563102?accountid=14872%0Ahttp://resolver.ebscohost.com/openurl?ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&rft_id=info:sid/ProQuest+Dissertations+%26+Theses+Global&rft_val
- Schmidt, R. A., & Bjork, R. A. (1992). New Conceptualizations of Practice: Common Principles in Three Paradigms Suggest New Concepts for Training: *Psychological Science*, 3(4), 207–217. <https://doi.org/10.1111/J.1467-9280.1992.TB00029.X>
- Schweppe, J., & Rummer, R. (2016). Integrating written text and graphics as a desirable difficulty in long-term multimedia learning. *Computers in Human Behavior*, 60, 131–137. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.02.035>
- Shaffer, D., Doube, W., & Tuovinen, J. (2003). Applying Cognitive Load Theory to Computer Science Education. *15th Workshop of the Psychology of Programming Interest Group*. <https://www.ppig.org/files/2003-PPIG-15th-shaffer.pdf>
- Smith, S. M., & Handy, J. D. (2014). Effects of varied and constant environmental contexts on acquisition and retention.

Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition, 40(6), 1582–1593.

<https://doi.org/10.1037/XLM0000019>

Sweller, J. (2002). Visualisation and Instructional Design. *Knowledge Media Research Center*.

Sweller, J. (2004). Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. *Instructional Science*, 32(1–2), 9–31. <https://doi.org/10.1023/B:TRUC.0000021808.72598.4D>

Sweller, J. (2006). Discussion of “emerging topics in cognitive load research: Using learner and information characteristics in the design of powerful learning environments.” *Applied Cognitive Psychology*, 20(3), 353–357. <https://doi.org/10.1002/ACP.1251>

Sweller, J. (2007). Human Cognitive Architecture. *Computer Science*. <https://doi.org/10.4324/9780203880869.CH31>

Venegas, I. (2007). Acercamiento al aprendizaje multimedia. *Investigación Universitaria Multidisciplinaria*, 6, 7–14. [moz-extension://9318ad94-60c4-4f58-916c-08a4ad0ee9ef/enhanced-reader.html?openApp&pdf=http%3A%2F%2Fwww.cienciashumanasusb.mx%2Fwp-content%2Fuploads%2F2018%2F07%2Facercamiento_al_aprendizaje_multimedia_m.pdf](https://doi.org/10.1080/18440060701488888)

Vivanco, A., & Mena, M. (2021). *Contexto sociocultural en la educación de jóvenes y adultos: experiencias de estudiantes de un programa de bachillerato acelerado* [Quito, EC: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador]. <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/8165>

Wang, J., Dawson, K., Saunders, K., Ritzhaupt, A. D., Antonenko, P. “Pasha,” Lombardino, L., Keil, A., Agacli-Dogan, N., Luo, W., Cheng, L., & Davis, R. O. (2018). Investigating the Effects of Modality and Multimedia on the Learning Performance of College Students With Dyslexia.

Journal of Special Education Technology, 33(3), 182–193. <https://doi.org/10.1177/0162643418754530>

Yue, C. L., Bjork, E. L., & Bjork, R. A. (2013). Reducing verbal redundancy in multimedia learning: An undesired desirable difficulty? *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 266–277. <https://doi.org/10.1037/A0031971>


Zambrano, J., & Yaguarema, M. (2021). Estrategias de enseñanza efectivas para los tiempos de y pospandemia. *Yachana*, 10(2). <https://www.researchgate.net/publication/352227201>

Apéndice

Apéndice 1

Lista de Verificación de Conocimientos.

Por favor, seleccione los ítems que correspondan

1. Leo regularmente los mapas del tiempo en el periódico.
2. Sé lo que es un frente frío.
3. Sé distinguir entre nubes cúmulos y nubes nimbos.
4. Sé lo que es un sistema de bajas presiones
5. Puedo explicar por qué el viento sopla.
6. Sé lo que significa este símbolo: (frente frío)
7. Sé lo que significa este símbolo:  (frente cálido)

Apéndice 2

Prueba de Retención y Transferencia.

Prueba de retención (5 minutos)

1. Por favor, escriba una explicación de cómo funciona el rayo

Prueba de transferencia (3 minutos por pregunta)

1. ¿Qué podría hacer para disminuir la intensidad de los rayos?
2. Suponga que ve nubes en el cielo, pero no relámpagos. ¿Por qué no hay relámpagos?

3. ¿Qué tiene que ver la temperatura del aire con los rayos?
4. ¿Qué causa los rayos?

los cristales caen, (h) produce corrientes ascendentes y corrientes descendentes, (i) la gente siente las ráfagas de viento fresco antes de que llueva, (j) se acumulan cargas eléctricas, (k) las cargas negativas caen a la parte inferior de la nube (o las cargas positivas van a la parte superior), (l) el líder viaja hacia abajo, (m) en forma escalonada, (n) los líderes se encuentran, (o) a 165 pies del suelo, (p) las cargas negativas se precipitan hacia abajo, (q) producen una luz que no es muy brillante, (r) las cargas positivas se apresuran y (s) esto produce la luz brillante que la gente ve como un destello de relámpago.

Apéndice 3

Procedimiento de Calificación Prueba de Retención.

Se dio un punto por cada idea correcta independientemente de su redacción. El material de aprendizaje contiene 19 ideas principales: (a) el aire frío se mueve, (b) se calienta, (c) se eleva, (d) el agua se condensa, (e) la nube se extiende más allá del nivel de congelación, (f) se forman cristales, (g) el agua y

Apéndice 4

Procedimiento de Calificación Prueba de Transferencia

Se asigna un punto a cada pregunta cuando el participante redacta una respuesta aceptable, sin importar su redacción, según los ejemplos de la siguiente tabla.

PREGUNTA	RESPUESTAS	
	ACEPTABLE	INACEPTABLE
¿Qué podría hacer para disminuir la intensidad de los rayos?	Eliminar los iones positivos del suelo o reducir la diferencia de temperatura entre el océano y la tierra	Quitar árboles y objetos altos del suelo
Suponga que ve nubes en el cielo, pero no relámpagos. ¿Por qué no hay relámpagos?	Las cimas de las nubes podrían no ser lo suficientemente alto como para congelar o que las cargas positivas y negativas puede que no se haya construido todavía.	Afirmar que la nube no era una nube de lluvia
¿Qué tiene que ver la temperatura del aire con los rayos?	El aire debe ser más frío que el suelo o que el la temperatura debe ser lo suficientemente baja para que la parte superior de la nube se congele.	Declarar que sube aire caliente
¿Qué causa los rayos?	la diferencia en las cargas eléctricas dentro de la nube o la diferencia de temperatura entre la parte superior y la fondo de la nube.	Descripción de la animación paso a paso. sin especificar que la diferencia de cargas o temperatura fueron la causa real.