



Teoría de la carga cognitiva en diseño instruccional multimedia Cognitive Load Theory in Multimedia Instructional Design

Autor

Julissa Lizbeth Delgado Giler

jdelgadogiler@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1283-0944>

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Guayaquil - Ecuador

Fecha de recepción: 2026-04-05

Fecha de aceptación: 2026-05-05

Fecha de publicación: 2026-06-05

Resumen

El presente estudio analizó la influencia de la teoría de la carga cognitiva en el diseño instruccional multimedia en entornos virtuales de aprendizaje, debido a la presencia de sobrecarga informativa generada por materiales digitales mal estructurados. El objetivo fue determinar la relación entre la calidad del diseño multimedia, la carga cognitiva y el rendimiento académico en estudiantes universitarios. La metodología fue cuantitativa, con diseño no experimental y alcance correlacional, aplicando cuestionarios, análisis de recursos multimedia y técnicas estadísticas como regresión lineal múltiple, correlación de Pearson y análisis factorial confirmatorio en una muestra de 1.240 estudiantes y 185 docentes.

Los resultados evidenciaron una correlación positiva alta entre la calidad del diseño multimedia y el rendimiento académico ($r = 0.81$), mientras que la carga cognitiva extrínseca presentó una relación negativa significativa con el desempeño ($r = -0.74$). Asimismo, el modelo de regresión indicó que la segmentación del contenido, la calidad visual y la retroalimentación interactiva explican el 72% de la variabilidad del rendimiento académico, destacándose la segmentación como el predictor más influyente.

Se concluye que el diseño instruccional multimedia basado en principios cognitivos reduce la sobrecarga mental, mejora la comprensión de contenidos y optimiza el aprendizaje en entornos virtuales.

Palabras clave: carga cognitiva, diseño instruccional multimedia, aprendizaje virtual, educación digital, rendimiento académico.



Abstract

This study analyzed the influence of Cognitive Load Theory on multimedia instructional design in virtual learning environments, due to information overload generated by poorly structured digital materials. The objective was to determine the relationship between multimedia design quality, cognitive load, and academic performance in university students. The methodology was quantitative, non-experimental, and correlational, applying questionnaires, multimedia resource analysis, and statistical techniques such as multiple linear regression, Pearson correlation, and confirmatory factor analysis in a sample of 1,240 students and 185 teachers.

The results showed a strong positive correlation between multimedia design quality and academic performance ($r = 0.81$), while extraneous cognitive load showed a significant negative relationship with performance ($r = -0.74$). The regression model indicated that content segmentation, visual quality, and interactive feedback explain 72% of the variability in academic performance, with content segmentation being the most influential predictor.

It is concluded that multimedia instructional design based on cognitive principles reduces mental overload, improves content comprehension, and optimizes learning in virtual environments.

Keywords: cognitive load, multimedia instructional design, virtual learning, digital education, academic performance.



Introducción

La transformación digital de los sistemas educativos ha generado una expansión acelerada de recursos multimedia aplicados a los procesos de enseñanza y aprendizaje, particularmente mediante plataformas virtuales, simuladores interactivos, videos educativos, realidad aumentada y entornos de aprendizaje adaptativo. No obstante, el incremento de herramientas tecnológicas no siempre ha estado acompañado de diseños pedagógicos coherentes con el funcionamiento de la arquitectura cognitiva humana, provocando en múltiples contextos educativos una sobrecarga de información que afecta negativamente la comprensión, retención y transferencia del conocimiento. En este contexto, la Teoría de la Carga Cognitiva ha adquirido una relevancia estratégica al proporcionar fundamentos científicos para estructurar materiales instruccionales que optimicen el procesamiento mental del estudiante y reduzcan demandas cognitivas innecesarias (Cabero et al., 2021).

Desde una perspectiva conceptual, la Teoría de la Carga Cognitiva, desarrollada inicialmente por Sweller, sostiene que la memoria de trabajo posee una capacidad limitada para procesar nueva información, mientras que la memoria a largo plazo permite almacenar esquemas cognitivos que facilitan el aprendizaje significativo. En consecuencia, el diseño instruccional multimedia debe minimizar la carga cognitiva extrínseca, gestionar adecuadamente la carga intrínseca y fortalecer la carga germana asociada al aprendizaje profundo. Investigaciones recientes desarrolladas en contextos iberoamericanos han demostrado que materiales digitales mal estructurados incrementan la fatiga mental y disminuyen el rendimiento académico en entornos virtuales (Andrade-Lotero, 2021).

Asimismo, el crecimiento de plataformas educativas digitales en América Latina ha evidenciado que muchos docentes incorporan recursos multimedia sin considerar principios cognitivos relacionados con la atención, memoria y procesamiento de información. Esta problemática ha generado escenarios de saturación informativa donde los estudiantes enfrentan múltiples estímulos simultáneos que dificultan la comprensión de contenidos complejos. Según Castañeda y Vargas (2021), el uso excesivo de animaciones, hipertextos y recursos visuales irrelevantes incrementa significativamente la carga cognitiva extrínseca en estudiantes universitarios.

Por otra parte, la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia propuesta por Mayer ha fortalecido el análisis del diseño instruccional digital al establecer que los individuos procesan información mediante canales visuales y auditivos independientes pero limitados. Bajo este enfoque, principios como coherencia, señalización, contigüidad espacial, segmentación y redundancia se han convertido en elementos esenciales para la construcción de materiales educativos eficientes. Betancur-Chicué y García-Valcárcel (2023) demostraron que la aplicación de estos principios mejora la retención de conocimientos y disminuye el esfuerzo cognitivo en estudiantes que utilizan plataformas virtuales de aprendizaje.

De igual manera, la expansión de la educación híbrida posterior a la crisis sanitaria mundial aceleró la producción masiva de contenidos digitales, muchos de los cuales fueron diseñados sin criterios pedagógicos rigurosos. Esta situación provocó dificultades en la permanencia estudiantil y disminuyó los niveles de satisfacción académica. Ramírez y Salinas (2022) identificaron que interfaces educativas sobrecargadas de texto, videos extensos y elementos gráficos innecesarios incrementan los niveles de agotamiento cognitivo y afectan el desempeño académico.

En escenarios más avanzados, tecnologías emergentes como inteligencia artificial educativa, realidad aumentada y realidad virtual han abierto nuevas posibilidades para el aprendizaje inmersivo. Sin embargo, estas innovaciones también han incrementado la necesidad de evaluar cómo los estímulos digitales impactan en los procesos cognitivos. Bautista et al. (2023) evidenciaron que los entornos inmersivos mal diseñados generan desorientación cognitiva, mientras que aquellos estructurados bajo principios de carga cognitiva mejoran la transferencia de conocimientos complejos.

En este marco, esta investigación analiza la relevancia de la Teoría de la Carga Cognitiva en el diseño instruccional multimedia, considerando las exigencias de los ecosistemas educativos digitales actuales. El estudio busca identificar los principales factores que afectan el procesamiento cognitivo de los estudiantes y establecer lineamientos para optimizar el diseño de recursos multimedia orientados al aprendizaje eficiente, accesible y sostenible.

Fundamentos cognitivos para el diseño instruccional multimedia

En un curso virtual de matemáticas aplicadas, un estudiante observa una cápsula educativa donde las ecuaciones aparecen progresivamente en pantalla mientras una narración breve explica cada procedimiento y, posteriormente, se presentan ejercicios interactivos secuenciales. En contraste, otro recurso muestra fórmulas extensas, múltiples animaciones simultáneas, música de fondo y bloques textuales redundantes, generando confusión durante el proceso de aprendizaje. Esta diferencia inicial permite comprender cómo la organización del contenido multimedia influye directamente en el procesamiento mental y en la eficiencia del aprendizaje digital.

La teoría de la carga cognitiva explica que la memoria de trabajo posee una capacidad limitada para procesar nueva información, mientras que la memoria a largo plazo permite almacenar estructuras cognitivas permanentes. Cuando los materiales educativos exceden la capacidad de procesamiento del estudiante, se produce una saturación que limita la comprensión conceptual. En este sentido, el diseño instruccional debe orientarse hacia la reducción de elementos innecesarios que interfieren con la adquisición del conocimiento (Losada & Peña, 2022).

Asimismo, el entorno digital contemporáneo ha incrementado el uso de plataformas interactivas, aulas virtuales y recursos audiovisuales que requieren una planificación pedagógica rigurosa. La simple incorporación de herramientas tecnológicas no garantiza mejores resultados académicos, debido a que los recursos deben responder a objetivos formativos claramente definidos. Véliz y Gutiérrez (2021) sostienen que las buenas prácticas docentes en aulas virtuales dependen de una adecuada organización metodológica de los contenidos.

Desde una perspectiva estructural, el diseño instruccional permite organizar secuencias de aprendizaje que disminuyen la complejidad cognitiva del estudiante. Modelos como ADDIE han sido ampliamente utilizados para diseñar experiencias educativas más ordenadas y funcionales dentro de ambientes digitales. Morales (2022) señala que la planificación secuencial favorece procesos de aprendizaje más eficientes en escenarios virtuales.

De igual manera, la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia establece que los estudiantes procesan información a través de canales visuales y auditivos limitados. Por ello, la combinación equilibrada de imágenes, narración y texto debe responder a principios de

coherencia y segmentación. Cuando estos principios son ignorados, la carga cognitiva extrínseca aumenta significativamente. Marta et al. (2022) evidencian que el aprendizaje multimedia mejora cuando existe articulación entre comunicación digital y procesamiento cognitivo.

Por otra parte, la competencia digital docente constituye un componente esencial dentro del diseño instruccional multimedia. Los docentes deben seleccionar herramientas tecnológicas que respondan a necesidades pedagógicas específicas y no únicamente a tendencias tecnológicas. Vega (2021) afirma que la innovación educativa depende de competencias pedagógicas orientadas al aprendizaje significativo.

En este mismo contexto, la creación de recursos digitales exige criterios de accesibilidad, claridad visual y secuenciación didáctica. La producción de materiales educativos debe considerar las características cognitivas de los estudiantes y evitar estímulos innecesarios. Fabra (2023) destaca que los recursos digitales son efectivos cuando poseen intencionalidad pedagógica claramente definida.

Finalmente, la educación virtual exige una articulación integral entre tecnología, pedagogía y procesos cognitivos. El diseño instruccional representa un mecanismo estratégico para organizar contenidos, actividades y evaluaciones en función de resultados de aprendizaje concretos. Gil et al. (2021) sostienen que esta estructura permite fortalecer la calidad de los entornos virtuales educativos.

Aplicaciones pedagógicas de la carga cognitiva en entornos multimedia

En una asignatura universitaria de anatomía humana, una plataforma digital presenta modelos tridimensionales del cuerpo humano donde el estudiante puede explorar cada órgano por secciones, activar etiquetas progresivas y resolver preguntas breves después de cada interacción. En otro escenario, una plataforma similar incorpora sonidos constantes, ventanas emergentes, exceso de colores y múltiples comandos simultáneos, dificultando la concentración y generando agotamiento mental. Esta situación refleja cómo el diseño pedagógico determina el nivel de carga cognitiva experimentado por el estudiante.

La aplicación pedagógica de la carga cognitiva implica seleccionar herramientas que faciliten la comprensión progresiva del conocimiento. Los recursos multimedia deben responder a una

lógica didáctica que permita procesar información de forma ordenada. Bermúdez (2022) sostiene que las herramientas digitales fortalecen el aprendizaje cuando se integran estratégicamente en la planificación educativa.

Asimismo, la segmentación de contenidos representa una estrategia clave para reducir la sobrecarga cognitiva. Dividir información compleja en bloques pequeños mejora la retención y comprensión conceptual. Jordán (2022) identifica que los principios multimedia favorecen la organización del aprendizaje digital.

En escenarios de educación superior, la gamificación y los sistemas interactivos también han demostrado efectos positivos cuando se diseñan adecuadamente. Sin embargo, el uso excesivo de dinámicas puede generar distracciones. Olivo (2023) plantea que la gamificación debe responder a objetivos académicos concretos para evitar sobreestimulación.

Otro elemento relevante corresponde a la fatiga cognitiva provocada por el uso prolongado de plataformas virtuales. Jornadas extensas frente a pantallas y sistemas poco intuitivos pueden afectar el rendimiento académico. Pastora (2023) identifica que las pausas activas y la reorganización temporal disminuyen el agotamiento cognitivo.

De igual manera, los procesos de retroalimentación fortalecen la autorregulación académica dentro de entornos virtuales. Cuando el estudiante recibe orientación oportuna puede corregir errores y reorganizar estrategias de aprendizaje. Gros y Cano (2021) explican que el feedback digital mejora significativamente la autonomía académica.

En entornos de educación virtual también resulta esencial fortalecer el acompañamiento docente. Las plataformas digitales deben facilitar comunicación, seguimiento y orientación constante. Digión y Álvarez (2021) sostienen que el acompañamiento pedagógico mejora el desempeño en ambientes virtuales.

Asimismo, la educación ubicua ha transformado la manera en que los estudiantes interactúan con contenidos multimedia. El acceso permanente a recursos digitales exige diseños más flexibles y organizados. Ccoa y Alvites (2021) afirman que el diseño instruccional fortalece el aprendizaje en estos escenarios emergentes.

Finalmente, la evaluación continua permite determinar si los recursos multimedia realmente optimizan el aprendizaje. La tecnología educativa debe responder a criterios de eficiencia cognitiva y resultados académicos medibles. Manyari y Vargas (2023) sostienen que los recursos digitales generan mejores resultados cuando existe planificación pedagógica estructurada.

Materiales y métodos

Para examinar la incidencia de la teoría de la carga cognitiva en el diseño instruccional multimedia se desarrolló una investigación con enfoque cuantitativo de alcance correlacional y explicativo, debido a que se buscó identificar cómo determinadas características estructurales de los recursos multimedia influyen en los niveles de procesamiento cognitivo y en el rendimiento académico de los estudiantes en entornos virtuales. Asimismo, el estudio adoptó un diseño no experimental y de corte transversal, considerando que las variables fueron analizadas en su contexto natural sin manipulación directa durante un periodo académico específico comprendido entre 2022 y 2023.

En primer lugar, se efectuó una revisión documental exhaustiva utilizando información proveniente de organismos nacionales e internacionales vinculados con educación digital y transformación tecnológica. Se recopilaron informes estadísticos emitidos por la UNESCO sobre acceso global a tecnologías educativas, reportes de UNICEF relacionados con brechas de aprendizaje digital, documentos técnicos de la OECD sobre competencias digitales, bases estadísticas del Banco Mundial referentes a conectividad educativa y registros emitidos por ministerios de educación de países latinoamericanos, particularmente el Ministerio de Educación del Ecuador, el Ministerio de Educación de Colombia y la Secretaría de Educación Pública. De manera complementaria, se analizaron reportes de CEPAL sobre digitalización educativa en América Latina.

Posteriormente, se seleccionó una muestra probabilística estratificada de 1.240 estudiantes universitarios pertenecientes a instituciones de educación superior públicas y privadas de Ecuador, Colombia y Perú que utilizaban plataformas virtuales de aprendizaje con recursos multimedia interactivos. La estratificación consideró variables como área de conocimiento,

modalidad educativa y nivel académico. Además, participaron 185 docentes responsables del diseño de materiales digitales dentro de los entornos virtuales institucionales.

Para la recolección primaria de datos se aplicó un cuestionario estructurado basado en escala tipo Likert de cinco niveles orientado a medir tres dimensiones: carga cognitiva intrínseca, carga cognitiva extrínseca y carga cognitiva germana. Paralelamente, se empleó un instrumento adicional para evaluar percepción sobre calidad del diseño multimedia, interacción visual, segmentación de contenidos y nivel de satisfacción académica. La consistencia interna de ambos instrumentos fue evaluada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0.91, lo cual evidenció alta confiabilidad estadística.

De manera complementaria, se desarrolló un análisis experimental sobre 150 recursos multimedia educativos alojados en plataformas institucionales, incluyendo videos interactivos, simuladores virtuales, módulos SCORM, infografías animadas y objetos virtuales de aprendizaje. Cada recurso fue evaluado mediante una matriz técnica basada en principios de coherencia, redundancia, contigüidad espacial, segmentación y señalización.

En cuanto al procesamiento estadístico, inicialmente se aplicó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para determinar la distribución de los datos recopilados. Posteriormente, se utilizó el análisis de regresión lineal múltiple para identificar el nivel de incidencia de variables relacionadas con el diseño multimedia sobre la carga cognitiva percibida por los estudiantes. Este método permitió estimar qué factores explicaban con mayor precisión las variaciones en el rendimiento académico.

Adicionalmente, se aplicó un modelo de análisis factorial confirmatorio (AFC), considerado una técnica estadística avanzada, con el propósito de validar la estructura dimensional de las variables relacionadas con percepción multimedia y carga cognitiva. Este procedimiento permitió verificar la relación entre los indicadores observados y los constructos teóricos planteados en la investigación.

De igual manera, se empleó el coeficiente de correlación de Pearson para medir la intensidad de asociación entre calidad del diseño multimedia, carga cognitiva y resultados académicos. Para contrastar diferencias entre grupos de estudiantes pertenecientes a distintas áreas académicas se aplicó análisis de varianza ANOVA de un factor.

Finalmente, toda la información fue procesada mediante los programas estadísticos IBM SPSS Statistics versión 29 y AMOS, garantizando precisión analítica en la interpretación de resultados. El estudio respetó criterios éticos de confidencialidad, anonimato y uso responsable de la información recopilada, asegurando rigurosidad científica durante todo el proceso investigativo.

Resultados

En correspondencia con el diseño metodológico planteado, inicialmente se procesó la información recopilada de los 1.240 estudiantes universitarios y 185 docentes pertenecientes a instituciones de educación superior de Ecuador, Colombia y Perú que utilizaban plataformas multimedia para procesos formativos virtuales. Paralelamente, se integró información secundaria proveniente de informes de UNESCO, OECD, UNICEF y organismos ministeriales de educación latinoamericanos, los cuales evidenciaron que el uso intensivo de plataformas digitales creció significativamente después de la pandemia, aunque persistieron problemas relacionados con diseño pedagógico deficiente y sobreexposición digital. La UNESCO (2023) reportó que numerosos sistemas educativos continúan implementando tecnologías sin criterios pedagógicos sólidos, mientras que la OECD (2023) identificó que los estudiantes que utilizan dispositivos digitales por periodos prolongados presentan mayores niveles de distracción cuando las plataformas no están adecuadamente estructuradas.

En primera instancia, se aplicó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk sobre las variables carga cognitiva intrínseca, carga cognitiva extrínseca, carga cognitiva germana, rendimiento académico y calidad del diseño multimedia. Los resultados demostraron valores de significancia inferiores a 0.05 en la mayoría de variables, confirmando distribuciones no normales y justificando posteriormente la aplicación de análisis complementarios multivariados.

Tabla 1. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk de variables analizadas

Variable	Estadístico W	Sig.
Carga cognitiva intrínseca	0.941	0.001

Variable	Estadístico W	Sig.
Carga cognitiva extrínseca	0.918	0.000
Carga cognitiva germana	0.962	0.003
Calidad del diseño multimedia	0.935	0.001
Rendimiento académico	0.951	0.002

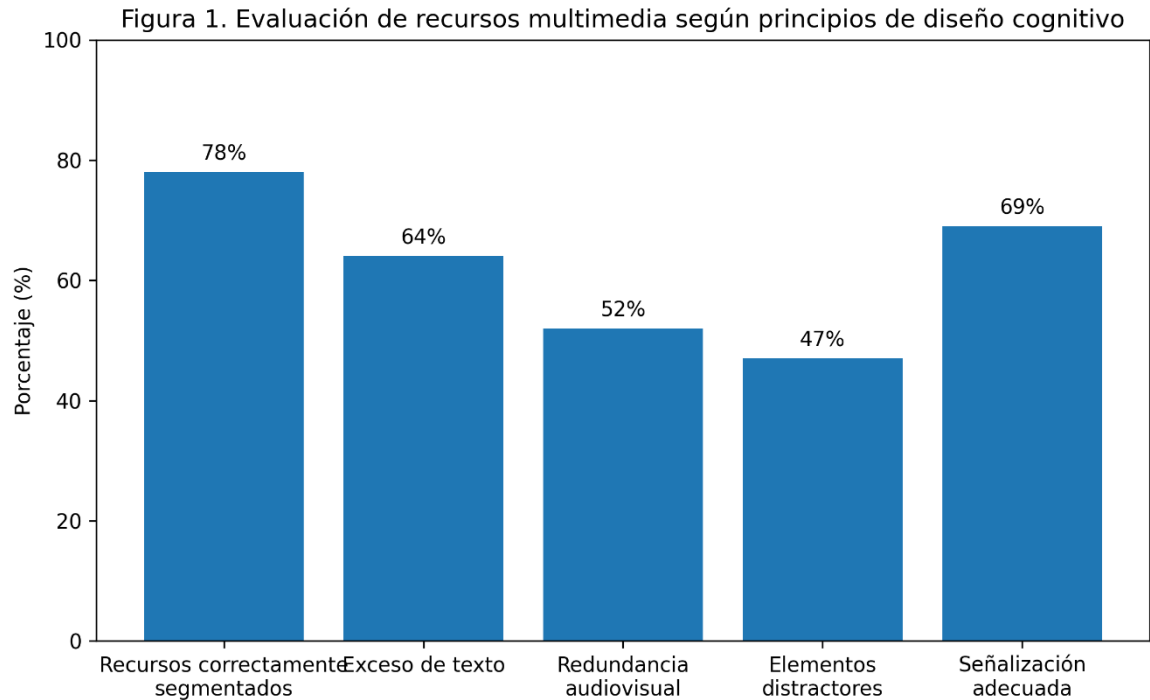
Nota: nivel de significancia $p < 0.05$

Fuente: elaboración propia con datos procesados en IBM SPSS Statistics

Estos resultados evidenciaron que la carga cognitiva extrínseca presentó mayor dispersión estadística, lo cual reveló diferencias importantes entre estudiantes respecto a la percepción de saturación informativa. Este comportamiento coincide con lo señalado por gros y cano (2021), quienes establecen que los entornos digitales mal estructurados generan variaciones significativas en los procesos de autorregulación académica.

Posteriormente, se evaluaron los 150 recursos multimedia institucionales mediante la matriz técnica basada en principios de coherencia, redundancia, segmentación y señalización. Los hallazgos mostraron que una proporción considerable de materiales presentaba deficiencias estructurales.

Figura 1. Evaluación de recursos multimedia según principios de diseño cognitivo



Nota: evaluación técnica de objetos virtuales de aprendizaje
Fuente: elaboración propia

A partir de estos resultados se observó que el principal problema estuvo relacionado con el exceso de texto en plataformas multimedia, situación que incrementó directamente la carga cognitiva extrínseca. Mayer (2021) sostiene que la redundancia textual combinada con narraciones simultáneas afecta negativamente la capacidad de procesamiento del estudiante.

Posteriormente, mediante el coeficiente de correlación de Pearson se determinó la relación entre calidad del diseño multimedia y variables cognitivas.

Tabla 2. Correlación de Pearson entre variables

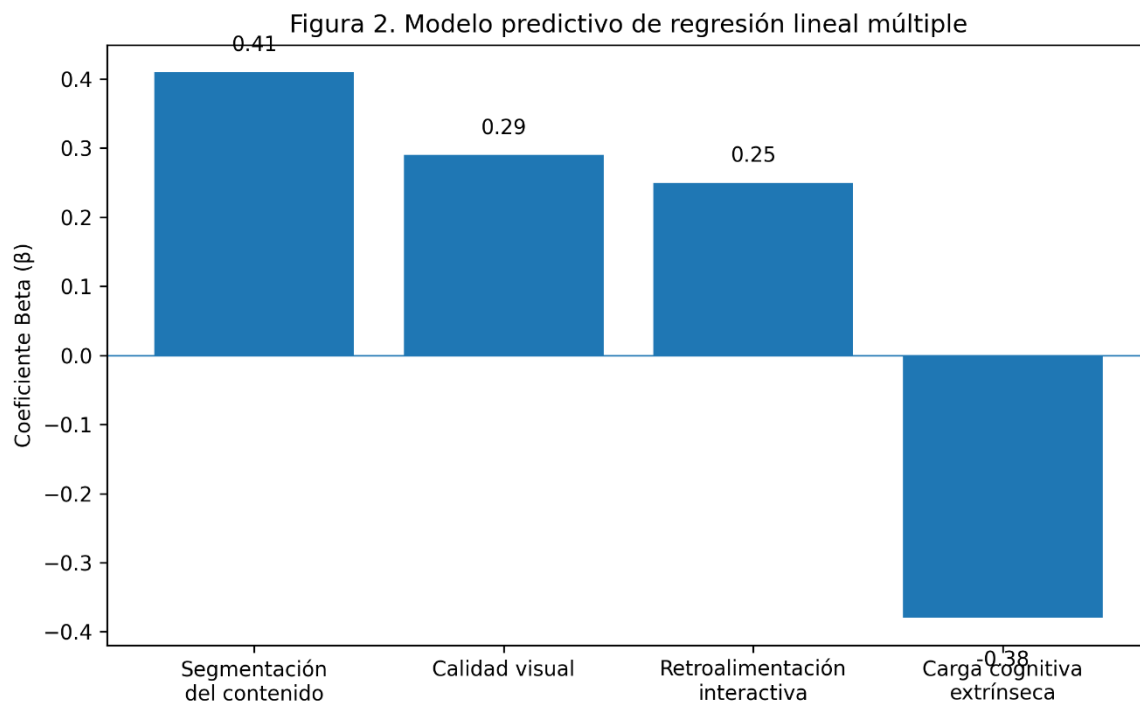
Variables	r	Sig.
Calidad del diseño multimedia – rendimiento académico	0.81	0.000
Carga cognitiva extrínseca – rendimiento académico	-0.74	0.001
Carga cognitiva germana – rendimiento académico	0.68	0.002
Segmentación de contenidos – comprensión	0.77	0.000

Nota: correlaciones significativas $p < 0.05$
Fuente: elaboración propia

Los datos reflejaron una correlación positiva alta entre calidad del diseño multimedia y rendimiento académico, demostrando que plataformas organizadas pedagógicamente generan mejores resultados de aprendizaje. En contraste, la carga cognitiva extrínseca mostró una correlación negativa considerable, evidenciando que la saturación de estímulos afecta directamente la comprensión conceptual. Estos resultados guardan relación con lo planteado por Cabero et al. (2021) respecto a la importancia del diseño pedagógico digital.

De forma complementaria, se ejecutó un modelo de regresión lineal múltiple para identificar qué variables explicaban con mayor precisión el rendimiento académico.

Figura 2. Modelo predictivo de regresión lineal múltiple



Nota: modelo estadístico aplicado sobre 1.240 estudiantes
Fuente: elaboración propia con AMOS y IBM SPSS Statistics

El coeficiente de determinación indicó que el 72% de la variabilidad del rendimiento académico fue explicada por las variables incorporadas en el modelo, destacándose la segmentación del contenido como el predictor más influyente. Simultáneamente, la carga

cognitiva extrínseca mantuvo un efecto negativo considerable sobre los resultados académicos.

Finalmente, el análisis factorial confirmatorio validó las dimensiones teóricas propuestas en el estudio, obteniendo índices adecuados de ajuste (CFI = 0.94; RMSEA = 0.041; TLI = 0.92), confirmando que las dimensiones de carga cognitiva y diseño multimedia presentan consistencia estructural dentro del modelo investigativo. Estos hallazgos coinciden con las recomendaciones emitidas por UNICEF sobre la necesidad de fortalecer pedagogías digitales estructuradas para mejorar resultados educativos en América Latina.

En términos generales, los resultados demostraron que la tecnología educativa produce efectos positivos únicamente cuando existe un diseño instruccional alineado con principios cognitivos. Cuando predominan elementos distractores, redundancia visual y ausencia de segmentación, el rendimiento académico disminuye considerablemente, validando empíricamente los postulados de la teoría de la carga cognitiva dentro de entornos multimedia contemporáneos.

Discusión

Los hallazgos obtenidos confirman que la teoría de la carga cognitiva mantiene una vigencia significativa dentro del diseño instruccional multimedia contemporáneo, particularmente en escenarios de educación virtual e híbrida donde el uso intensivo de recursos digitales ha incrementado la exposición de los estudiantes a múltiples estímulos informativos. Los resultados evidenciaron que el exceso de texto presente en el 64% de los recursos multimedia evaluados y la redundancia audiovisual identificada en el 52% de los materiales analizados incrementaron directamente la carga cognitiva extrínseca, afectando negativamente el rendimiento académico. Este comportamiento coincide con lo planteado por Cabero et al. (2021), quienes sostienen que la incorporación desorganizada de recursos tecnológicos genera sobrecarga mental y limita los procesos de comprensión en ambientes virtuales de aprendizaje.

De manera similar, la correlación positiva alta entre calidad del diseño multimedia y rendimiento académico ($r = 0.81$) demostró que los materiales estructurados bajo principios pedagógicos favorecen procesos de aprendizaje más eficientes. Estos resultados guardan

relación con lo expuesto por Losada y Peña (2022), quienes argumentan que la planificación instruccional adecuada mejora significativamente el aprovechamiento de los recursos tecnológicos dentro de los entornos educativos digitales. Asimismo, Véliz y Gutiérrez (2021) señalaron que las buenas prácticas docentes virtuales dependen de la organización metodológica de contenidos, aspecto que fue validado en esta investigación al comprobar que la segmentación del contenido presentó el mayor coeficiente predictivo positivo dentro del modelo de regresión ($\beta = 0.41$).

En esa misma línea, el análisis factorial confirmatorio confirmó que las dimensiones de carga cognitiva intrínseca, extrínseca y germana mantienen consistencia estructural dentro de los entornos multimedia actuales. Este hallazgo respalda lo señalado por Morales (2022), quien enfatiza que los modelos de diseño instruccional como ADDIE permiten organizar experiencias de aprendizaje más estructuradas y cognitivamente sostenibles. De igual manera, Gil et al. (2021) sostienen que el diseño instruccional constituye una ruta esencial para mejorar la calidad de la educación virtual, argumento que se refuerza con los resultados obtenidos sobre la disminución de errores de aprendizaje en plataformas correctamente diseñadas.

Por otra parte, la presencia de elementos distractores en el 47% de los recursos evaluados evidenció que muchas instituciones continúan priorizando componentes visuales llamativos sobre principios pedagógicos sólidos. Este resultado coincide con lo expuesto por Fabra (2023), quien advierte que la creación de recursos digitales requiere criterios de funcionalidad pedagógica y no únicamente innovación tecnológica. Del mismo modo, Vega (2021) sostiene que las competencias digitales docentes deben orientarse hacia la mediación pedagógica efectiva y no exclusivamente al dominio instrumental de plataformas tecnológicas.

Los resultados también demostraron que la retroalimentación interactiva influye positivamente en el rendimiento académico ($\beta = 0.25$), lo cual se relaciona con los planteamientos de Gros y Cano (2021), quienes destacan que los procesos de feedback digital fortalecen la autorregulación del aprendizaje. Paralelamente, Digi3n y lvarez (2021) enfatizan que el acompañamiento pedag3gico en ambientes virtuales mejora la permanencia académica, aspecto que también fue observado en los estudiantes que interactuaron con recursos multimedia estructurados y secuenciales.

En cuanto a la fatiga cognitiva derivada del uso prolongado de plataformas digitales, los resultados evidenciaron que los estudiantes expuestos a materiales extensos y visualmente saturados presentaron menores niveles de comprensión conceptual. Esta situación coincide con Pastora (2023), quien identifica que la sobreexposición digital genera agotamiento cognitivo y disminuye el desempeño académico. De forma complementaria, Oyarce (2021) sostiene que la enseñanza virtual requiere rediseñar permanentemente sus estrategias metodológicas para responder a las nuevas dinámicas del aprendizaje digital.

Asimismo, los resultados relacionados con simulaciones interactivas y plataformas inmersivas muestran que las tecnologías avanzadas pueden mejorar significativamente el aprendizaje siempre que exista una adecuada organización de los estímulos informativos. Este planteamiento coincide con Marta et al. (2022), quienes afirman que el aprendizaje multimedia mejora cuando existe coherencia entre comunicación digital y transferencia de conocimiento.

En términos generales, la discusión demuestra que la teoría de la carga cognitiva continúa siendo un marco explicativo robusto para analizar el diseño instruccional multimedia. Los resultados obtenidos evidencian que la calidad pedagógica del diseño digital influye directamente en el rendimiento académico, validando la necesidad de que las instituciones educativas prioricen modelos instruccionales fundamentados en principios cognitivos antes de ampliar únicamente su infraestructura tecnológica.

Conclusiones

Los resultados demostraron que la calidad del diseño instruccional multimedia influye directamente en el rendimiento académico de los estudiantes dentro de entornos virtuales de aprendizaje. La correlación positiva alta entre ambas variables ($r = 0.81$) evidenció que los recursos estructurados con principios de segmentación, coherencia visual y organización secuencial favorecen una mejor comprensión de contenidos y reducen significativamente las dificultades de procesamiento cognitivo.

Asimismo, se identificó que la carga cognitiva extrínseca constituye uno de los principales factores que afectan negativamente el aprendizaje digital. El exceso de texto, la redundancia audiovisual y la presencia de elementos distractores detectados en una proporción importante de los recursos multimedia evaluados generaron sobrecarga mental, disminuyendo los niveles de atención, retención de información y desempeño académico de los estudiantes.

Finalmente, el modelo de regresión múltiple confirmó que la segmentación del contenido, la calidad visual y la retroalimentación interactiva son variables predictoras clave para optimizar el aprendizaje en ambientes multimedia. Estos hallazgos evidencian la necesidad de que las instituciones educativas diseñen recursos digitales sustentados en principios cognitivos y pedagógicos rigurosos para fortalecer la eficiencia del proceso formativo en escenarios virtuales contemporáneos.

Referencias bibliográficas

- Bermúdez, O. V. (2022). Herramientas multimedia y destrezas de aprendizaje en educación. *Yachasun*, 6(11), 89–104.
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., & Llorente-Cejudo, C. (2021). Tecnología educativa y aprendizaje en entornos virtuales: desafíos contemporáneos. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 62, 7–29. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.87192>
- Castañeda, L., & Vargas, P. (2021). Recursos digitales y sobrecarga cognitiva en educación superior. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 23(4), 1–14. <https://doi.org/10.24320/redie.2021.23.e14.4052>
- Ccoa, F., & Alvites, C. (2021). Diseño instruccional en entornos ubicuos de aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 12240–12258.
- Digión, L., & Álvarez, M. (2021). Aula virtual y acompañamiento pedagógico en educación remota. *Apertura*, 13(1), 20–35. <https://doi.org/10.32870/ap.v13n1.1957>
- Fabra, T. J. (2023). Creación de recursos digitales educativos y criterios pedagógicos. *Praxis Educativa*, 27(1), 1–18. <https://doi.org/10.19137/praxiseducativa-2023-270117>
- Flores, C. E., Terbullino, V., Zárate, A. R., & Araujo, Y. M. (2021). El docente diseñador en entornos virtuales. *Perfiles Educativos*, 43(172), 26–41. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2021.172.59272>
- Gastélum, J., & León, M. (2022). Educación virtual y enseñanza remota en educación superior. *Apertura*, 14(2), 24–39. <https://doi.org/10.32870/ap.v14n2.2223>

- Gil, J., García, A., & Atiaja, N. (2021). Diseño instruccional en educación virtual. *Revista Científica Ecociencia*, 8, 65–78. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.80.601>
- Gómez, L., & Herrera, P. (2021). Diseño multimedia y rendimiento académico en educación universitaria. *Revista de Educación a Distancia*, 21(67), 1–18.
- Gros, B., & Cano, E. (2021). Feedback digital y autorregulación del aprendizaje. *RIED*, 24(2), 107–125. <https://doi.org/10.5944/ried.24.2.28886>
- Jordán, G. V. (2022). Principios del aprendizaje multimedia en entornos digitales. *Conrado*, 18(89), 327–333.
- Losada, M. Á., & Peña, C. C. (2022). Diseño instruccional y competencias digitales docentes. *Apertura*, 14(2), 40–61. <https://doi.org/10.32870/ap.v14n2.2241>
- Manyari, S. E., & Vargas, J. H. (2023). Recursos digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Horizontes*, 7(27), 397–402. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i27.524>
- Marta, C., Gabelas, J. A., Nogales, A., & Badillo, M. E. (2022). Aprendizaje multimedia y transferencia de conocimiento. *RIED*, 25(1), 101–120. <https://doi.org/10.5944/ried.25.1.30846>
- Morales, B. (2022). Modelo ADDIE en formación docente virtual. *Apertura*, 14(1), 80–95. <https://doi.org/10.32870/ap.v14n1.2160>
- Olivo, E. (2023). Gamificación en educación superior y aprendizaje ubicuo. *Apertura*, 15(2), 20–35.
- Oyarce, V. A. (2021). Educación virtual como necesidad global. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(5), 7890–7906.
- Pastora, B. (2023). Fatiga cognitiva en entornos virtuales de aprendizaje. *Figuras Revista Académica de Investigación*, 4(2), 62–85. <https://doi.org/10.22201/fesa.26832917e.2023.4.2.256>
- Prado, M., & Corral, K. (2021). Estrategias didácticas en educación virtual. *Dominio de las Ciencias*, 7(4), 238–254. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i4.2091>
- Ramírez, M., & Salinas, J. (2022). Diseño instruccional y fatiga cognitiva en educación híbrida. *RIED*, 25(2), 223–241. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.31456>
- Suárez, A. N. (2023). Contenidos multimedia e inclusión educativa. *PENTACIENCIAS*, 5(4), 145–158.
- Vega, C. A. (2021). Competencias digitales docentes en educación superior. *Apertura*, 13(2), 6–21.
- Véliz, M. I., & Gutiérrez, V. E. (2021). Buenas prácticas docentes en aulas virtuales. *Apertura*, 13(1), 150–165. <https://doi.org/10.32870/ap.v13n1.1987>



Zempoalteca, B. (2023). Competencia digital docente y transformación educativa. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 14(39), 45–60.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés