

Diseño de Comunicación Visual para Aplicaciones Móviles de Aprendizaje: Usabilidad de la Interfaz de Usuario y el Engagement con el Aprendizaje

Visual Communication Design for Mobile Learning Apps: User Interface Usability and Learning Engagement

Yang Jingmiao. Corea, Busan, Universidad de Dongseo, 47011 (Corea del Sur) (jiangshangshang520@1G3.com) (<https://orcid.org/0009-000G-0414-9314>)

RESUMEN

Este estudio explora el diseño de la comunicación visual para aplicaciones móviles de aprendizaje a través de la facilidad de uso de la interfaz de usuario y el *engagement* con el aprendizaje. También se observó el efecto mediador de la carga cognitiva en la relación entre la facilidad de uso de la interfaz de usuario y el *engagement* con el aprendizaje. El método adoptado para el estudio fue el cuantitativo y los datos se recogieron adoptando una estrategia de encuesta por cuestionario. Los datos se recopilaban en centros de enseñanza superior de China situados en distintas regiones y la población objetivo del estudio eran los estudiantes matriculados actualmente en dichos centros. El estudio puso a prueba las hipótesis de la investigación mediante un modelo de ecuaciones estructurales. Se utilizó el AFC para evaluar la idoneidad del modelo de medición. Las conclusiones del estudio indicaron que la interfaz de usuario y el compromiso de los estudiantes eran indicadores eficaces del diseño de la comunicación visual. El estudio supondría una gran contribución al tratar el tema emergente del diseño de la comunicación visual en el sector educativo de China, abogando por el uso de aplicaciones móviles de aprendizaje. El estudio también ofrece importantes perspectivas a los gestores y responsables políticos. Los futuros investigadores podrían utilizar un diseño de investigación cualitativo para analizar las perspectivas, los puntos de vista y las opiniones subjetivas sobre el tema.

ABSTRACT

This study explored the visual communication design for the mobile learning applications through user interface usability and learning engagement. This experiment also observed the mediating impact of cognitive load in the relationship between user interface usability and learning engagement. The method adopted for the study was quantitative method and the data was collected by adopting a questionnaire survey strategy. The data was collected from the higher education institutions in China located at different regions and the target population of the study were the current enrolled students at these institutions. The study tested the research hypotheses through structural equation modelling. CFA was used to evaluate the fitness of the measurement model. The findings of the study indicated that user interface, and student engagement were effective indicators of visual communication design. The study would be a great contribution as it dealt with emerging topic of visual communication design in the educational sector of China, advocating the use of mobile learning applications. The study would also offer significant insights to managers and policy makers. Future researchers could maneuver qualitative research design to analyze the perspectives, viewpoints and subjective opinions in the subject.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Comunicación Visual, Aprendizaje Móvil, Motivación para el Aprendizaje, Facilidad de Uso de la Interfaz de Usuario, Carga Cognitiva.

Visual Communication, Mobile Learning, Learning Engagement, User Interface Usability, Cognitive Load.



1. Introducción

China ha integrado varias estrategias y proyectos de e-learning para la promoción del intercambio de conocimientos y su disponibilidad en todos los medios para obtener los máximos resultados de aprendizaje. China ha introducido varios proyectos de TIC y educación para fortalecer el plan de promoción de la educación del país para el siglo XXI, muchos de los cuales son proyectos para la integración y promoción de la educación en todos los niveles (Wang et al., 2018). Con la evolución de la tecnología y las innovaciones avanzadas, el sector del e-learning ha adoptado todos estos avances y las tecnologías de internet para mejorar la calidad de la educación y las experiencias de aprendizaje más fructíferas. Por ejemplo, el *e-learning* ha desarrollado otras dimensiones como el aprendizaje móvil y a distancia, la formación remota y muchos otros programas (Djeki et al., 2022).

La tecnología del teléfono móvil es una de las más adoptadas y ampliamente utilizadas, que ha sido reivindicada como una tecnología económica y asequible con sus vastas aplicaciones en el sector educativo (Krull & Duart, 2017). La era moderna de la tecnología innovadora ha equipado a todo el mundo con la tecnología más convenientemente disponible de los teléfonos móviles, y estas adopciones han proporcionado a todo el mundo un océano de conocimientos y formación para el aprendizaje de diferentes habilidades utilizando diferentes fuentes y aplicaciones de aprendizaje móvil en línea (Gangaiamaran & Pasupathi, 2017). Estas aplicaciones móviles fueron diseñadas principalmente para mejorar y pulir las habilidades y como una fuente más eficiente para adquirir mejores habilidades de aprendizaje. El aprendizaje móvil ha permitido a los alumnos interactuar con sus fuentes educativas aun estando lejos de su entorno principal de aprendizaje, y mediante el uso de apps móviles, la comunicación del aprendizaje se vuelve aún más fluida (Kumar Basak et al., 2018).

También ha habido una tendencia a la alza del uso del móvil y las ventajas de sus aplicaciones para la mejora de los sistemas de educación superior, lo que ha promovido el uso de las aplicaciones de aprendizaje móvil entre los estudiantes chinos. Los usuarios de las aplicaciones de aprendizaje móvil en China tienen un alto nivel de satisfacción por los factores de contenido percibido y capacidad de respuesta que la mayoría de las aplicaciones de aprendizaje móvil proporcionan y, en el contexto de China, los usuarios tienen una percepción positiva sobre el mecanismo de respuesta rápida de las aplicaciones de aprendizaje móvil que proporcionan una mayor comodidad en la motivación del aprendizaje y los procedimientos de aprendizaje (Liu et al., 2018).

En China, se ha demostrado empíricamente que la experiencia de los usuarios en el proceso de aprendizaje mediante el uso de aplicaciones de aprendizaje móvil es un factor significativo en el rendimiento del aprendizaje de los estudiantes (Ke & Su, 2018) y se ha mencionado que la usabilidad depende del servicio, el sistema y la calidad de la información de las aplicaciones móviles. Existen diferentes aplicaciones introducidas y diseñadas para el aprendizaje a distancia de estudiantes chinos e internacionales. El presente estudio ha dilucidado *Tencent*, una aplicación desarrollada en tiempos de COVID, y su rendimiento innovador para los estudiantes. Un estudio de investigación (Sayibu et al., 2021) ha identificado la importancia de la aplicación *Tencent* y la experiencia de usabilidad de la aplicación, y discutió el papel influyente de la aplicación *Tencent*, sus características y atributos en la definición de la eficiencia de la tecnología y el desempeño de los estudiantes. Este estudio también exploró las características de la aplicación y la innovación proporcionada a los estudiantes en su aprendizaje.

El objetivo principal del presente estudio fue evaluar la experiencia de usabilidad de aplicaciones móviles de aprendizaje, el *engagement* (atención participativa) con el aprendizaje y la carga cognitiva de los estudiantes de las aplicaciones móviles de aprendizaje, en el contexto chino. Este estudio también abordó la capacidad de aprendizaje y la motivación de los estudiantes sobre el diseño y la interfaz de usuario del diseño de comunicación visual. La razón de ser de este estudio era compilar varios conceptos dimensionales dirigiéndose a los estudiantes de instituciones de enseñanza superior en China. El estudio atribuye contribuciones e implicaciones tanto teóricas como prácticas. A la vez que arroja luz sobre la importancia de la interfaz de usabilidad de las aplicaciones de aprendizaje móvil en el contexto chino, sobre el compromiso con el aprendizaje y la carga cognitiva de los estudiantes para contribuir al dominio del conocimiento, también proporciona información útil a los responsables políticos y a los desarrolladores de aplicaciones de aprendizaje móvil para obtener orientación sobre las percepciones de los usuarios de sus aplicaciones y realizar mejoras y actualizaciones valiosas para aumentar el uso de sus aplicaciones.

2. Revisión de Literatura

2.1. Antecedentes Teóricos y Marco Conceptual

Los dispositivos móviles son una de las tecnologías más utilizadas dentro de los sistemas educativos, ya que se han introducido numerosas aplicaciones de aprendizaje móvil para que los consumidores se desempeñen de

forma eficaz en su carrera educativa. El marco conceptual de la presente investigación se basó en determinar los factores cruciales para diseñar aplicaciones móviles basadas en la comunicación visual y mejorar el rendimiento educativo de los estudiantes en el contexto de China. Estos factores incluyeron la usabilidad de la interfaz de usuario y el *engagement* con el aprendizaje, que influyeron directamente en el diseño visual de la comunicación para aplicaciones móviles. Sin embargo, se demostró que la carga cognitiva mediaba en la correlación entre la usabilidad de la interfaz de usuario, el compromiso con el aprendizaje y el diseño de la comunicación visual para aplicaciones móviles en China con el fin de garantizar un sistema educativo mejor y transformado.

Para apoyar el marco conceptual del estudio, se ha utilizado la “Teoría del aprendizaje móvil”, que destaca las oportunidades que brindan las aplicaciones móviles en relación con la conceptualización, el estudio y el aprendizaje eficientes (Bernacki et al., 2020). Además, ha sido apoyada por los pedagogos porque consideran que es el método más rápido y de más fácil acceso basado en una experiencia impulsada por el alumno. Esta teoría está relacionada con el marco conceptual actual porque se centra en la eficacia de las aplicaciones de aprendizaje móvil dentro del sistema educativo, lo que también es admirado por los profesionales de la enseñanza. Además, respalda significativamente las variables de investigación del presente estudio, en el que la usabilidad de la interfaz de usuario y el *engagement* con el aprendizaje son necesarios para promover diseños de comunicación visual en las aplicaciones móviles para hacerlas más eficientes e innovadoras, facilitando así la capacidad de los alumnos de obtener buenos resultados en su carrera académica en presencia de carga cognitiva.

Otra teoría para apoyar el marco de investigación de la presente investigación es la denominada “Teoría de la carga cognitiva” (Sweller, 1994), según la cual el aprendizaje cognitivo se centra en el aprendizaje significativo. Esta teoría implica una perspectiva para explorar la capacidad de los alumnos mediante la exploración de su memoria de aprendizaje, de modo que se pueda garantizar un aprendizaje adecuado (Curum & Khedo, 2021). La teoría de la carga cognitiva se centra en examinar la capacidad de aprendizaje de los alumnos, que se centra en el *engagement* con el aprendizaje de los consumidores. También apoya la capacidad de la interfaz de usuario en la evaluación de las percepciones de aprendizaje de los usuarios con respecto a la incorporación del diseño de la comunicación visual en las aplicaciones de aprendizaje móvil, lo que resulta en la formulación de aplicaciones de aprendizaje móvil basadas en la comunicación visual y eficientes en la comprensión de las capacidades de aprendizaje de los individuos.

2.2. Usabilidad de la Interfaz de Usuario y Diseño de la Comunicación Visual

En esta era moderna, las aplicaciones móviles se han utilizado intensivamente en programas educativos para mejorar las capacidades de aprendizaje de los estudiantes. La usabilidad de la interfaz de los usuarios es un aspecto crucial para el éxito de las aplicaciones de aprendizaje móvil, ya que se refiere a las percepciones de los usuarios con respecto a cualquier aplicación en particular (Parsazadeh et al., 2018). Además, se ha identificado que la mayor parte de la información está disponible en internet en un patrón escrito donde los estudiantes tienen dificultades para evaluar y comprender la información. Por lo tanto, la investigación actual se centró en las percepciones de usabilidad de los estudiantes móviles porque permitió a los diseñadores de aplicaciones comprender los requisitos de los estudiantes de manera más efectiva y ayudar a formular aplicaciones móviles más útiles. Este argumento también animaría a los diseñadores de aplicaciones móviles a diseñar aplicaciones basadas en la comunicación visual y lo consideraría apropiado para centrarse en las percepciones de usabilidad de los usuarios, que es la novedad de la presente investigación.

Además, los aspectos visuales también son objetivos cruciales a la hora de diseñar una aplicación móvil (Hammady et al., 2018). Sin embargo, es importante que la interfaz de los usuarios sea lo más sencilla posible para lograr los objetivos de los diseños visuales. Esto pone de relieve la importancia de la interfaz de usabilidad del usuario al formular diseños de comunicación visual, ya que facilita la comprensión de las percepciones de usabilidad de los usuarios con respecto a las aplicaciones móviles, lo que significa una asociación positiva entre la interfaz de usabilidad del usuario y el diseño de comunicación visual. Además, los contenidos de aprendizaje en dispositivos móviles deben garantizar el *engagement* de los alumnos, lo que podría ser posible teniendo en cuenta los diseños de la interfaz de usuario, ya que las aplicaciones móviles de aprendizaje deben ser innovadoras y no pueden diseñarse con una política similar a la de otras aplicaciones móviles típicas. Por lo tanto, se ha determinado que el diseño de la interfaz de usuario debe centrarse en la comunicación visual, que ha sido destacada por el marco de investigación de la investigación actual. Según la investigación de Nie (2018), las aplicaciones móviles basadas en el diseño de la comunicación visual y la interfaz de usuario deben formularse con arreglo a los siguientes principios (que figuran en la Tabla 1).

Tabla 1: Principios Incorporados al Diseño de Aplicaciones de Aprendizaje Móvil de Comunicación Visual.	
Principios de Comunicación Visual	
Buen modelo conceptual	Un buen modelo conceptual a la hora de diseñar las aplicaciones móviles basado en la comunicación visual determina la interfaz de usuario y las percepciones del usuario para modificar y transformar las aplicaciones de forma innovadora y ofrecer calidad.
Identificabilidad	Además, los usuarios podrían entender el sistema operativo de la aplicación.
Relaciones correspondientes	Asimismo, la información relativa a la interfaz de usuario debe incorporarse eficazmente a las aplicaciones móviles para responder a las necesidades de los consumidores.
Principio de retroalimentación	Adicionalmente, debería incorporarse un mecanismo de retroalimentación que permitiera registrar la interfaz de usuario e incorporarla al diseño de la comunicación visual.

Fuente: (Nie, 2018)

Los principios expuestos ponen de relieve la importancia de la interfaz de usuario a la hora de diseñar aplicaciones de aprendizaje móvil basadas en la comunicación visual. Sin embargo, aún queda por investigar en mayor profundidad la aplicabilidad de la usabilidad de la interfaz de usuario para mejorar los diseños de aplicaciones de aprendizaje móvil basadas en el diseño de la comunicación visual.

En resumen, los estudiantes de los sistemas educativos de la era moderna se centran en las aplicaciones de aprendizaje móvil para mejorar sus habilidades y capacidades de aprendizaje. Sin embargo, estas aplicaciones móviles deberían orientarse hacia los diseños de comunicación visual, ya que permitirán a los alumnos mejorar sus capacidades de aprendizaje y motivarse para absorber mayores conocimientos en comparación con los sistemas de aprendizaje físicos, lo que podría ser posible mediante la comprensión de sus percepciones de usabilidad. Además, una comprensión eficaz de la usabilidad de la interfaz de usuario permitirá mejorar el aprendizaje cognitivo de los estudiantes, lo que, en última instancia, influirá en un diseño eficaz de comunicación visual para aplicaciones móviles. Sobre esta base, la hipótesis formulada es la siguiente.

H1: La usabilidad de la interfaz de usuario influye significativa y positivamente en el diseño de la comunicación visual.

2.3. Engagement con el Aprendizaje y Diseño de la Comunicación Visual

En el proceso de diseño de comunicación visual, los alumnos aprenden de forma crítica, creativa y reflexiva. Aunque el proceso de aprendizaje mejora significativamente cuando los estudiantes muestran un alto deseo y motivación por aprender. La capacidad de pensamiento crítico de los estudiantes también aumenta ejerciendo una fuerte influencia en su rendimiento académico (Adiloglu, 2011). Las investigaciones indican que el resultado significativo y notable del *engagement* con el aprendizaje aumenta la motivación y el deseo de aprender (Saris, 2020). Por lo tanto, cuando el deseo de aprender es mayor, el proceso de transmisión de ideas, información y emociones aumenta a través de las ayudas visuales. Además, es probable que el rendimiento académico de los alumnos mejore cuando la motivación por el aprendizaje es mayor (Benden & Laueremann, 2022). De forma similar, la investigación también indicó que la comunicación visual ayuda a las personas a retener la información y formula una asociación potencialmente fuerte, al contrario que la comunicación verbal (Bateman et al., 2023). Los alumnos son capaces de memorizar conceptos clave aprendidos a través de la comunicación visual durante más tiempo. Pero en este proceso de aprendizaje, la motivación del alumno y su mayor nivel de implicación son importantes y dignos de mención (Akbarov, 2022). Por el contrario, los estudiantes desanimados y desmotivados no pueden alcanzar un rendimiento académico excelente, estén o no equipados con un diseño de comunicación visual eficaz. Según Wileman (1993), el diseño de comunicación visual es más eficaz que el aprendizaje mediante palabras. Los investigadores sostienen que, en el mundo conectado, la capacidad de interactuar visualmente es cada vez más importante. Aparte de su amplia implantación en instituciones académicas, el sector empresarial también está adoptando rápidamente el diseño de comunicación visual (Hermanto et al., 2021). Así pues, ya sea trabajando en equipo, en un proyecto o en un esfuerzo por formular una marca, es fundamental compartir ideas de forma eficaz. En el mundo moderno, las imágenes y los videos han cobrado una enorme fuerza.

Park et al. (2023) explicaron que los estudiantes que tienen un alto deseo de aprender y un mayor nivel de motivación comprenden fácilmente los conceptos críticos a través de los diseños de comunicación visual. Del mismo modo, captar la atención y crear asociaciones también ha aumentado gracias a los diseños de comunicación visual. Los estudiantes que tienen un alto potencial para aprender y comprender pueden percibir mejor el mensaje, que es difícil de considerar solo mediante textos. Según el estudio de Kabrisky (1964), el setenta y cinco por ciento de la información procesada por el cerebro se obtiene y almacena a partir de formatos visuales, ya que a través de este medio la información puede almacenarse adecuadamente en la mente de los estudiantes. Sin embargo, puede entenderse que su intención de almacenar esa información depende exclusivamente de su motivación e intención de aprendizaje.

Porque los estudiantes que no están motivados e implicados en el proceso de aprendizaje nunca podrán obtener resultados efectivos por muy fácil de usar que sea la interfaz de usuario que se les proporcione. Del mismo modo, según Raiyn (2016), la información visual puede presentarse a los alumnos en distintos formatos, como películas, carteles, imágenes, diagramas y tarjetas, etc. Los profesores de diversas instituciones utilizan estos formatos para presentar una gran cantidad de información de forma que los alumnos puedan comprenderla fácilmente. De este modo, los alumnos que tienen una mayor intención de aprender pueden captar estos conceptos de forma rápida y eficaz.

El modo de enseñanza y aprendizaje también se asocia con el formato de aprendizaje (Weinstein & Mayer, 1983). Según los investigadores, los alumnos son más capaces de aprender conceptos críticos a través del diseño de comunicación visual en comparación con las palabras, las letras, etc., o los modos tradicionales de enseñanza (Worth, 2016). El método convencional de enseñanza también ha demostrado la falta de interés de los alumnos. Por lo tanto, se puede argumentar que la plataforma de aprendizaje también está altamente correlacionada con el deseo de los estudiantes y su motivación para aprender. Wijaya y Bukhori (2017) explicaron que la motivación influye significativamente en la capacidad de aprendizaje de los estudiantes. La influencia de la motivación suele ser de gran alcance, ya que aumenta el nivel de energía del individuo, identifica la persistencia en la consecución de los objetivos particulares, e influye en los tipos de métodos de aprendizaje y en el proceso de pensamiento de los estudiantes. Por lo tanto, la plataforma o el medio de aprendizaje está altamente correlacionado con el deseo de aprender del estudiante y su nivel de motivación (Martin & Borup, 2022). Adiloglu (2011) estudió que el diseño de la comunicación visual también implica una provisión de tiempo suficiente a los estudiantes para que puedan visualizar sus ideas y conceptos críticos en su memoria a través de ilustraciones u otras formas preferibles. Por lo tanto, si los estudiantes están motivados y con alta atención participativa, la comunicación visual puede ayudarles a transmitir información e ideas más fáciles de entender y atractivas. A partir de la discusión anterior, se pueden formular las siguientes hipótesis:

H2: El *engagement* con el aprendizaje influye significativamente en el diseño de la comunicación visual. **H2a:** La presteza del alumno influye significativamente en el diseño de la comunicación visual.

H2b: La motivación del alumno influye significativamente en el diseño de la comunicación visual.

2.4. Mediación de la Carga Cognitiva

En el mundo moderno, la tecnología avanzada y el diseño de comunicación visual (DCV) se han convertido en un medio común para la comunicación y el aprendizaje en línea (Huang & Benyoucef, 2022). En el contexto del diseño de comunicación visual, se han desarrollado diferentes estándares para este diseño de comunicación, que pueden ser eficaces para rastrear la disponibilidad de productos de software en la década de 1980. Los diferentes componentes de este sistema incorporan el diseño de interacción de interfaz, el desarrollo de tecnología de interfaz y el diseño visual de interfaz (Wu & Li, 2020). En investigaciones anteriores se ha identificado un "método unificado de diseño de interfaz orientado al proceso", que puede utilizarse para organizar las decisiones de diseño sobre la base de múltiples tecnologías, incluyendo el concepto de diseño, el polimorfismo de diseño, el análisis de tareas y el diseño abstracto. En este sentido, la usabilidad de la interfaz de usuario también se considera vital. En la actualidad, el DCV se utiliza en gran medida para diseñar diferentes aplicaciones móviles y otros contenidos relacionados. Un estudio realizado por Song et al. (2021) ha demostrado que la experiencia de usuario que incorpora inmersión, percepción de credibilidad y presencia social puede influir en gran medida en la intención de los usuarios de seguir utilizando aplicaciones de video más cortas desarrolladas mediante el uso de DCV. Sin embargo, las visualizaciones, que integran muchas capas complejas, pueden causar un obstáculo en los procesos de toma de decisiones al reducir la capacidad cognitiva de los usuarios (Calvo et al., 2022). Esto también podría influir en el reconocimiento, la memoria de trabajo y la atención de los usuarios, dando lugar a una carga cognitiva que puede afectar negativamente al almacenamiento de memoria a largo plazo de los usuarios.

Estudios anteriores (Prati et al., 2021) también han hecho hincapié en la experiencia y las percepciones de los usuarios en el contexto del DCV para garantizar resultados eficaces. Por lo tanto, en el DCV se pueden utilizar diferentes tipografías, colores, iconos, imágenes y otros elementos para promover las emociones y la información en una interfaz de usuario (Wu & Li, 2020). Este enfoque puede ser eficaz para mejorar la estética, la accesibilidad y la usabilidad de una interfaz de usuario, lo que conduce al desarrollo de una identidad de marca memorable y persistente. Sin embargo, la información y los datos complejos pueden dar lugar a percepciones e intereses ineficaces por parte de los usuarios, lo que conduce a resultados insignificantes. Por lo tanto, para desarrollar aplicaciones móviles de aprendizaje eficaces, es necesario centrarse más en las percepciones, experiencias e intereses de los usuarios. Para ello, deben evitarse las capas complejas en el DCV y utilizarse contenidos e imágenes más eficaces, sencillos y estéticos para atraer

a los usuarios. Este enfoque también puede ser eficaz para mejorar la capacidad cognitiva de los alumnos asociados.

Las investigaciones anteriores también han hecho hincapié en el compromiso con el aprendizaje en el contexto del DCV. De investigaciones anteriores también se ha observado que los estudiantes que aprenden en un entorno virtual, también sufren diferentes problemas como la carga cognitiva y la calidad de la interfaz (Huang et al., 2020). Se ha observado que se obtienen resultados de aprendizaje cognitivo inconsistentes debido a la carga cognitiva. Por lo tanto, es crucial explorar la estructura de la carga cognitiva mientras se diseña un entorno virtual. Según Castro-Alonso et al. (2019), se utilizan principalmente dos formatos en las visualizaciones instructivas que incluyen visualizaciones dinámicas (como videos y animaciones) e imágenes estáticas. Ambos formatos resultan atractivos, especialmente para los estudiantes de educación superior. Sin embargo, el *engagement* por sí solo no basta para un aprendizaje eficaz. Por lo tanto, los conferenciantes, los diseñadores pedagógicos y los profesores pueden utilizar el procesamiento cognitivo del DCV para lograr la eficacia instruccional. Además, el procesamiento cognitivo también ha sido eficaz para proporcionar diferentes formas de optimizar la visualización instruccional. La "teoría cognitiva de multimedia y la teoría de la carga cognitiva" han demostrado ser paradigmas eficaces que se utilizan para diseñar las visualizaciones, centrándose en el interés y la motivación del alumno.

Algunos estudios (Feldon et al., 2019) han demostrado que la carga cognitiva puede influir negativamente en la motivación del alumno. Sin embargo, el aprendizaje en un entorno virtual también ayuda a mejorar las capacidades de aprendizaje de los alumnos, motivándoles a utilizar diferentes aplicaciones de aprendizaje. Esto también ayuda a aumentar la autodeterminación de los alumnos, mejorando su autoeficacia. En el entorno virtual de aprendizaje, los alumnos tienen plena autoridad, sin ninguna presión externa, lo que también resulta eficaz para influir en sus intereses (Yu et al., 2021). Sin embargo, la incorporación de información compleja y capas en el DCV pueden influir negativamente en el compromiso de aprendizaje de los alumnos, lo que conduce a resultados ineficaces. Por lo tanto, al desarrollar una aplicación de aprendizaje móvil eficaz mediante el uso de DCV, es necesario prestar especial atención a la motivación y los intereses del alumno. Esto puede ayudar a evitar la incorporación de capas complejas en el DCV, lo que resulta eficaz para reducir la carga cognitiva. Por lo tanto, el presente estudio también ha sido eficaz para determinar la utilización del DCV en el diseño de diferentes aplicaciones de aprendizaje móvil, centrándose en la usabilidad de la interfaz de usuario y el compromiso con el aprendizaje. En este sentido, este estudio también se ha centrado en el papel mediador de la carga cognitiva. Así pues, sobre la base de la discusión anterior, se plantean las siguientes hipótesis para esta investigación:

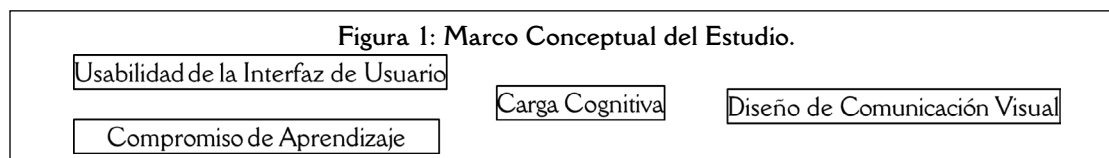
H3: La carga cognitiva media en la relación entre la usabilidad de la interfaz de usuario y el diseño de la comunicación visual.

H4: La carga cognitiva media en la relación entre el *engagement* con el aprendizaje y el diseño de la comunicación visual.

H4a: La carga cognitiva media en la relación entre la presteza del alumno y el diseño de la comunicación visual.

H4b: La carga cognitiva media en la relación entre la motivación del alumno y el diseño de la comunicación visual.

La figura 1 presenta la relación entre las variables que constituyen el marco conceptual del estudio.



3. Enfoque Metodológico de la Investigación

Los datos se recogieron mediante un cuestionario diseñado a partir de una revisión en profundidad de la literatura y la selección de las escalas de medición más apropiadas y eficaces para medir las variables objeto del estudio. La población de estudio fueron los estudiantes de diversas instituciones chinas de enseñanza superior. El tamaño de la muestra del estudio fue de 450, identificados mediante el método de muestreo de conveniencia. Por lo tanto, los datos se recogieron únicamente de aquellos participantes que estaban dispuestos a participar en el estudio por su propia voluntad. Se distribuyeron formularios de Google en línea a 450 estudiantes de diferentes instituciones de enseñanza superior chinas. El método de encuesta en línea fue conveniente para transferir el cuestionario a diferentes regiones geográficas; además, este método tiene el atributo de amplia difusión y facilita los estudios con una cantidad más amplia y dispersa de pensamientos de los encuestados (Rice et al., 2017).

Para medir las variables, se incluyeron ítems de escalas de estudios previos, y todos se midieron en una escala Likert de cinco puntos. La carga cognitiva se midió a partir de los ítems incluidos en el estudio de Gutiérrez Carreón et al. (2020); el *engagement* del alumno se midió a través de dos facetas, a saber, la presteza del alumno y la motivación

del alumno, que se midieron a través de cinco ítems cada una y se inspiraron en el estudio de Aremu y Adeoluwa (2021); el diseño de la comunicación visual se basó en seis ítems extraídos del criterio general de usabilidad de la interfaz de Harpur y De Villiers (2015); y la usabilidad de la interfaz de usuario se basó en las percepciones del usuario basadas en el estudio de Klimova y Polakova (2020).

Una vez obtenida la hoja de respuestas, se recibió un total de 450 respuestas y, tras el cribado inicial de las respuestas, se excluyeron 90 de la muestra de datos debido a diversas discrepancias. Finalmente, se utilizaron 360 respuestas para los procedimientos estadísticos y el cálculo de los resultados. Se utilizó el programa informático SPSS para el análisis de los datos y para el cribado inicial de los datos y el cálculo de la fiabilidad, y el programa informático de gráficos AMOS para las cuestiones de validez y el SEM para la comprobación de las hipótesis.

4. Resultados

4.1. Características Demográficas de los Encuestados

En cualquier estudio de investigación las características demográficas de los encuestados son muy importantes porque ayudan al investigador al analizar que los datos se han recogido de los encuestados adecuados. La tabla 2 muestra que había 360 encuestados, 189 hombres y 171 mujeres, que representan el 52,5% y el 47,5% respectivamente. Según el grupo de edad, la mayoría de los encuestados, 113 (31,4%), tenían entre 31 y 40 años, 101, el 28,1%, entre 21 y 30 años, seguidos de 97 (26,9%) entre 41 y 50 años y 49 (13,6%) encuestados de más de 50 años. Según el nivel de estudios, 151 (41,9%) de los encuestados eran universitarios, 77 (21,4%) tenían un título de grado, 93 (25,8%) tenían un título de máster; sin embargo, 39 (10,8%) tenían cualquier otro título o diploma. Del total de 360 encuestados, una gran mayoría, 335 (93,05%) afirmaron que utilizaban aplicaciones de aprendizaje móvil, mientras que 25 (6,95%) lo negaron.

	Frecuencia	Porcentaje
Género		
Hombre	189	52.5
Mujer	171	47.5
Total	360	100.0
Edad		
21-30 años	101	28.1
31-40 años	113	31.4
41-50 años	97	26.9
Más de 50 años	49	13.6
Total	360	100.0
Educación		
Universitario	151	41.9
Licenciados	77	21.4
Másters	93	25.8
Otros	39	10.8
Total	360	100.0
Uso de Otras Aplicaciones de Aprendizaje Móvil		
Sí	335	93.05
No	25	6.95
Total	360	100.0

4.2. Estadísticas Descriptivas

Se analizó el resumen descriptivo de las variables, que incluye los valores de “mínimo, máximo, media, desviación standard y curtosis”. La estadística descriptiva ayuda al investigador a presentar los datos de la investigación de forma sencilla y significativa. Según Fisher y Marshall (2009), la prueba de estadística descriptiva garantiza al investigador que en el conjunto de datos pueden establecerse patrones que cumplan y satisfagan las normas establecidas para los datos. Además, tras ordenar y resumir el conjunto de datos más amplio, al investigador le resultará más fácil el análisis y la interpretación posteriores de los datos. En la Tabla 3 se presenta un resumen de las estadísticas descriptivas de las variables objeto de estudio.

El valor mínimo de todas las variables observadas (UP, CG, ENG, DCV y LMOT) es 1, y el máximo es 5. Los valores medios de UP, CG, ENG, DCV y LMOT son 3,27, 3,44, 3,42, 3,31 y 3,20 respectivamente. Los valores de la desviación típica son 0,79, 0,94, 0,90, 1,07 y 1,18 respectivamente, mientras que los valores de la curtosis son -,487, -,651, -,385, -,357 y -,093 respectivamente.

Tabla 3: Estadísticas descriptivas.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación est.	Curtosis	Error estándar
UP	360	1.00	5.00	3.2744	.79487	-.487	.129
CG	360	1.00	5.00	3.4490	.94248	-.651	.129
ENG	360	1.00	5.00	3.4228	.90657	-.385	.129
DCV	360	1.00	5.00	3.3125	1.07500	-.357	.129
LMOT	360	1.00	5.00	3.2078	1.18145	-.093	.129
N válido (por lista)	360						

Nota: UP= Usabilidad de la interfaz de usuario, CG= Carga cognitiva, ENG= *Engagement* con el aprendizaje, DCV= Diseño de comunicación visual, LMOT= Motivación para el Aprendizaje.

4.3. KMO y Prueba de Bartlett

Para realizar el análisis factorial, es importante establecer la idoneidad y suficiencia de los datos de la muestra. Por lo tanto, se realizaron las pruebas de KMO y Bartlett. Según Taherdoost et al. (2022), para el análisis de la carga factorial, la adecuación de los datos y la suficiencia de la muestra, se prefieren las pruebas de KMO y Bartlett. Como indican Taherdoost et al. (2022), el valor umbral de KMO debe situarse entre el intervalo dado de 0,6 a 1,0; sin embargo, el valor superior a 0,9 se considera excelente. Esta prueba evalúa conjuntamente los datos recogidos sobre todas las variables observadas, es decir, UP, CG, ENG, DCV, LMOT. De la Tabla 4 se desprende que el valor de KMO es de 0,914, mientras que la prueba de Bartlett reveló que el Chi-cuadrado es de 9084 y df 561 y Sig 0,00.

Tabla 4: KMO y Prueba de Bartlett.

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación del muestreo.		.214
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	9084.139
	df	561
	Sig.	.000

4.4. Matriz de Componentes Rotados

Tabla 5: Matriz de Componentes Rotados.

	Componente				
	1	2	3	4	5
UPI1	.626				
UPI2	.671				
UPI3	.645				
UPI4	.676				
UPI5	.657				
UPI6	.655				
UPI7	.645				
UPI8	.719				
UPI9	.670				
UPI10	.618				
CG1			.622		
CG2			.680		
CG3			.638		
CG4			.632		
CG5			.651		
CG6			.718		
CG7			.791		
CG8			.778		
ENG1					.737
ENG2					.784
ENG3					.788
ENG4					.721
ENG5					.637
VCD1				.718	
VCD2				.709	
VCD3				.759	
VCD4				.790	
VCD5				.766	
VCD6				.773	
LMOT1		.917			
LMOT2		.913			
LMOT3		.904			
LMOT4		.896			
LMOT5		.921			

Nota: UP= Usabilidad de la interfaz de usuario, CG= Carga cognitiva, ENG= *Engagement* con el aprendizaje, DCV= Diseño de comunicación visual, LMOT= Motivación para el Aprendizaje.

Tras comprobar que los resultados de las pruebas de KMO y Bartlett son significativos y que la muestra es adecuada, el investigador realizó la prueba de carga factorial para analizar el coeficiente de correlación de los factores.

Según Hadi et al. (2016), el valor umbral de carga factorial es superior a 0,4. Los resultados de la carga factorial se presentan en la Tabla 5. Los ítems de UP, CG, ENG, DCV y LMOT se presentan en columnas separadas, lo que garantiza que no hay cargas cruzadas y que los valores mostrados en la tabla son superiores a 0,4. Por ejemplo, UP se mide con 10 factores, mientras que LMOT se mide con 10 factores. Por ejemplo, UP se mide con 10 ítems, CG se mide con 8 ítems, ENG se mide con 5 ítems, DCV se mide con 6 ítems, y LMOT se mide con 5 ítems.

4.5. Validez de Constructo

La validez convergente del modelo se estudió mediante la aplicación de los valores CR, AVE y alfa de Cronbach. Los valores de CR se anuncian como la fiabilidad compuesta del modelo e indican la consistencia interna de las variables. Estudios previos han sugerido valores de 0,7 y superiores tanto para el CR como para el alfa de Cronbach, ya que estos demuestran que el constructo utilizado para la cuantificación de la variable era consistente y válido (Cheung & Wang, 2017). La Tabla 6 indica que el valor de α de UP, LMOT, CG, DCV y ENG es 0,84, 0,87, 0,78, 0,91 y 0,95 respectivamente, los valores de CR son 0,84, 0,95, 0,87, 0,91 y 0,80 respectivamente y los valores de AVE son 0,37, 0,81, 0,47, 0,64 y 0,46 respectivamente. Los valores de todas las variables son superiores a 0,7, lo que sugiere que todos los constructos y sus ítems eran internamente coherentes y fiables. Sin embargo, los valores de AVE para las percepciones de usabilidad, la carga cognitiva y la motivación del alumno fueron inferiores al límite umbral de 0,5. Sin embargo, dado que los valores de CR y alfa de Cronbach resultaron significativos, los valores de AVE pueden considerarse aceptables, ya que la mayoría de ellos se aproximan a 0,5.

	Ítems	α	CR	AVE
UP	10	0,844	0,840	0,377
LMOT	8	0,879	0,956	0,814
CG	5	0,781	0,870	0,474
DCV	6	0,916	0,917	0,649
ENG	5	0,956	0,802	0,468

Nota: UP= Usabilidad de la interfaz de usuario, CG= Carga cognitiva, ENG= *Engagement* con el aprendizaje, DCV= Diseño de comunicación visual, LMOT= Motivación para el Aprendizaje.

Una vez establecida la validez convergente, se comprobó también la validez discriminante. Para estudiar la validez discriminante del modelo se utilizaron el HTMT y el criterio de Fornell Lacker. Se puede observar que no se estableció la validez discriminante según Fornell y Larcker (1981). La Tabla 7 presenta los resultados de la validez discriminante-Criterio de Fornell Lacker para el presente conjunto de datos.

	MSV	MaxR(H)	UP	LMOT	CG	DCV	ENG
UP	0,678	0,901	0,614				
LMOT	0,074	0,958	0,257***	0,202			
CG	0,678	0,913	0,824***	0,272***	0,682		
DCV	0,557	0,922	0,718***	0,108†	0,746***	0,806	
ENG	0,306	0,862	0,535***	0,232***	0,553***	0,479***	0,684

Nota: UP= Usabilidad de la interfaz de usuario, CG= Carga cognitiva, ENG= *Engagement* con el aprendizaje, DCV= Diseño de comunicación visual, LMOT= Motivación para el Aprendizaje.

La validez discriminante se estableció comparando la raíz cuadrada del AVE con los coeficientes de correlación (intra-item) y se comprobó que no existían. Sin embargo, cuando la validez discriminante se calculó mediante el criterio HTMT, no se detectaron problemas de validez. Según Ab Hamid et al. (2017), la HTMT es más sensible a cuestiones como la multicolinealidad, por lo que es un método estricto. Mientras que la validez discriminante se estableció mediante HTMT, se sugirió que la validez discriminante estuviera presente para el modelo. La Tabla 8 presenta los resultados del análisis HTMT para el presente conjunto de datos.

	UP	LMOT	CG	DCV	ENG
UP					
LMOT	0,275				
CG	0,816	0,290			
DCV	0,701	0,104	0,757		
ENG	0,704	0,277	0,775	0,628	

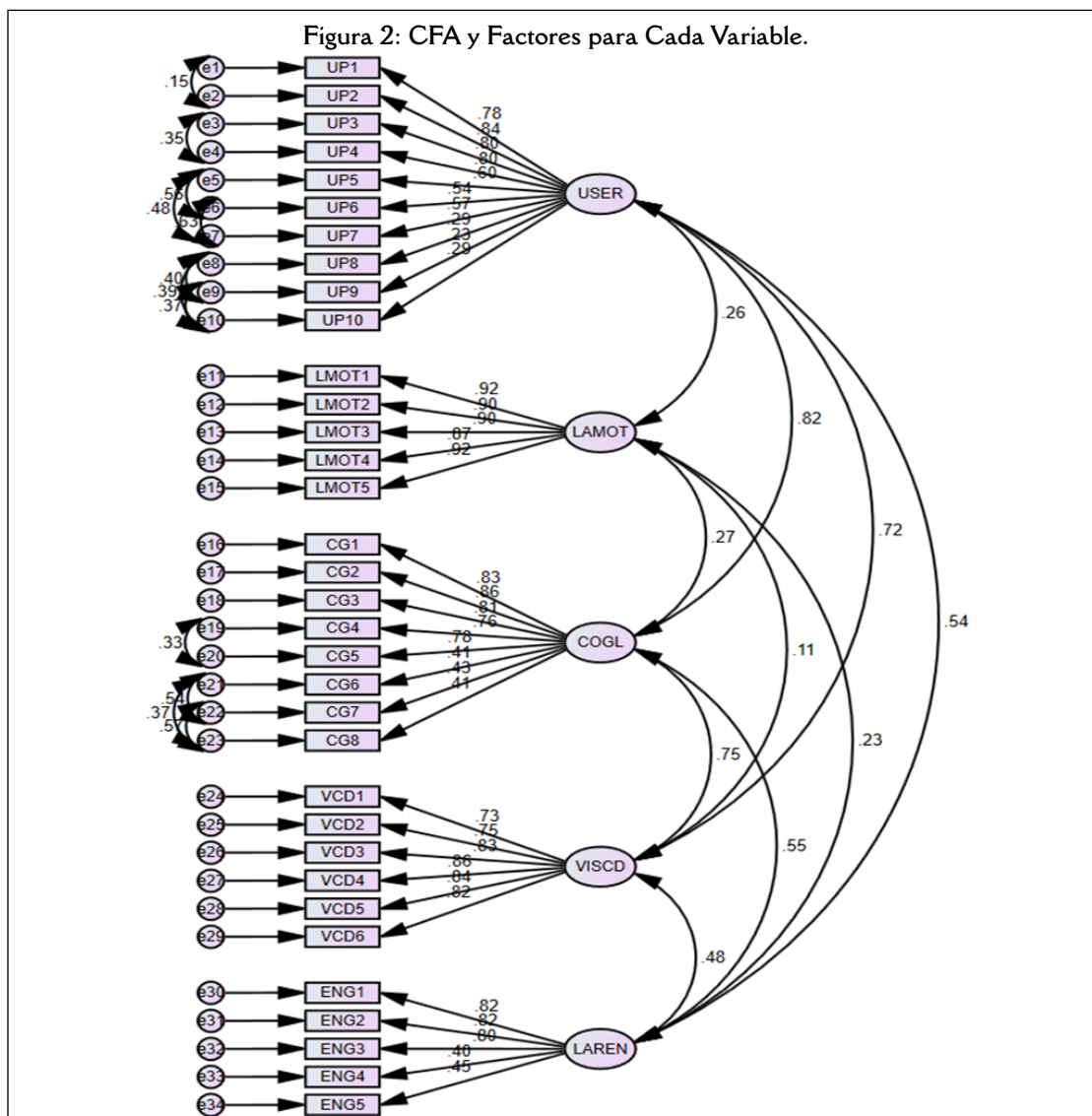
Nota: UP= Usabilidad de la interfaz de usuario, CG= Carga cognitiva, ENG= *Engagement* con el aprendizaje, DCV= Diseño de comunicación visual, LMOT= Motivación para el Aprendizaje.

4.6. Adecuación del Modelo

Una vez establecidas la validez de constructo y la fiabilidad del modelo, se evaluó la adecuación del modelo de medición mediante el AFC. En la Tabla 9 se puede observar que el modelo era apto, ya que se cumplían todos los criterios. El valor de CMIN/df resultó ser inferior a 3, que es el requisito. Asimismo, el GFI fue de 0,824, superior a 0,8, el CFI y el IFI fueron de 0,895 y 0,894, y el RMSEA fue de 0,072. Dado que todos estos marcadores estaban bien, se puede sugerir que el modelo era estructuralmente adecuado y no indicaba problemas de validez, fiabilidad o adecuación.

Índices	Alcance del Umbral	Valores Observados
CMIN/df	Menos del 3	2,848
GFI	Menos del 0,8	824
TPI	Menos del 0,9	895
IFI	Menos del 0,9	894
RMSEA	Menos de 0,08	072

La figura 2 muestra el AFC y el número de factores de cada variable, así como la covarianza entre las variables y sus términos de error.

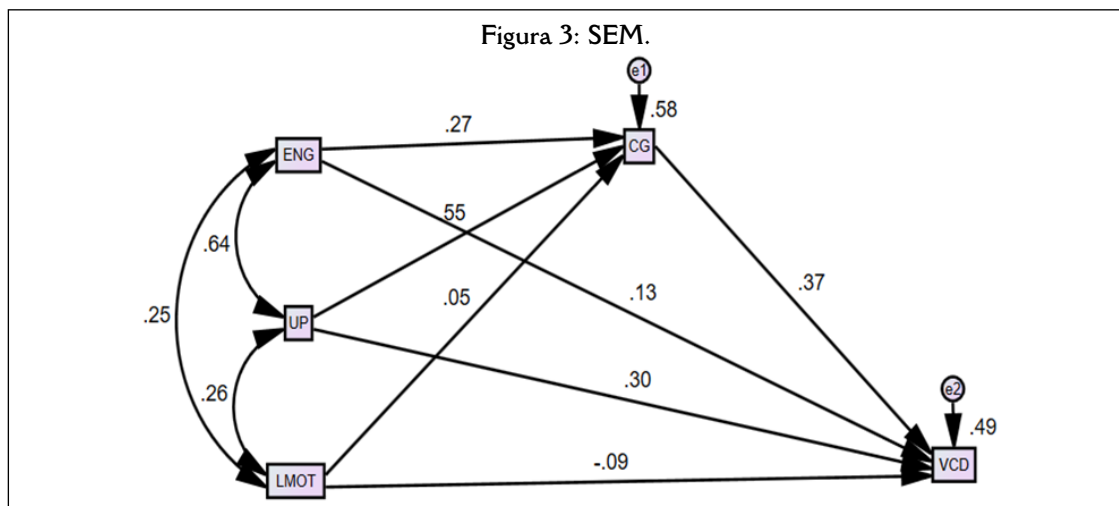


4.7. Prueba de Hipótesis

Tras la evaluación del modelo de medición, se comprobaron las relaciones estructurales mediante la aplicación del método de regresión multivariante, es decir, SEM. La Tabla 10 y la Figura 3 muestran que hubo un efecto significativo y positivo del compromiso, las percepciones de usabilidad y la motivación del alumno en el diseño de la comunicación visual de las aplicaciones móviles. Un aumento de una unidad en el compromiso de los estudiantes aumenta el diseño de la comunicación visual en un 12,6%, las percepciones de usabilidad en un 30,2%, y la motivación de los estudiantes disminuye el diseño de la comunicación visual en un 9,3%. Así pues, se confirmó la asociación positiva significativa de las percepciones de usabilidad y el *engagement* de los estudiantes con las aplicaciones móviles.

Tabla 10: Ponderaciones de Regresión Normalizadas.

Parámetro	Estimación	Baja	Superior	P
DCV <--- ENG	.126	.023	.198	.016
DCV <--- UP	.302	.209	.413	.006
DCV <--- LMOT	-.093	-.166	-.036	.016



También se estudiaron los efectos indirectos de la carga cognitiva, y se descubrió que este factor tiene un efecto de mediación significativo entre la presteza del alumno y las percepciones de usabilidad, y resultó ser insignificante para la motivación del alumno, como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11: Asociación de Mediación.

Ruta Indirecta	Estimación no Normalizada	Baja	Superior	Valor P	Estimación Normalizada
ENG --> CG --> DCV	0.118	0.074	0.181	0.001	0.100***
UP --> CG --> DCV	0.279	0.191	0.382	0.001	0.206***
LMOT --> CG --> DCV	0.016	-0.001	0.039	0.126	0.017

5. Debate

La presente investigación tenía como objetivo analizar el diseño de la comunicación visual para las aplicaciones de aprendizaje móvil a través de la usabilidad de la interfaz de usuario y el compromiso de aprendizaje. También se observó el papel mediador de la carga cognitiva. Se formularon cuatro hipótesis de acuerdo con los objetivos de la investigación y se comprobaron mediante modelos de ecuaciones estructurales. La primera asociación entre la usabilidad del usuario y el diseño de la comunicación visual resultó positiva y significativa. Este resultado complementó el estudio de Yang & Ogata (2023).

Según Chen et al. (2020), la usabilidad tiene mayor importancia a la hora de lograr un diseño de comunicación visual positivo y beneficioso. Esto se debe al hecho de que la usabilidad se refiere a la comodidad del usuario para interactuar con un sitio web o un producto. Esto significa que cuanto más cómoda y fácil de usar sea una

plataforma, mejor será su comprensión por parte de los usuarios. La usabilidad factible y fácil de usar es un predictor significativo de un diseño de comunicación visual eficaz (Zhai, 2022). Sin embargo, este estudio sostiene que el diseño de comunicación visual está relacionado con la influencia emocional y estética que ejerce un diseño sobre sus usuarios, mientras que la usabilidad de la interfaz de usuario y los diseños de interacción están relacionados con la usabilidad y la funcionalidad del producto.

La asociación entre el *engagement* con el aprendizaje y el diseño de la comunicación visual también resultó significativa. La capacidad de implicarse en un proceso eficaz de aprendizaje desde el punto de vista conductual y motivacional es un predictor significativo del diseño de la comunicación visual. En una época en la que las tecnologías y la innovación avanzan con rapidez, existen múltiples plataformas de aprendizaje eficaces y eficientes. Cuando el compromiso con el aprendizaje es alto y eficaz, se observa su efecto significativo en el diseño productivo de la comunicación visual. Los resultados de esta asociación complementan las conclusiones de Liu et al. (2023). Cuando el compromiso de aprendizaje de los estudiantes es alto, se puede observar la transmisión efectiva de información e ideas a través del lenguaje visual entre los estudiantes. Wu y Li (2020) explicaron que los estudiantes del diseño de comunicación visual son capaces de desarrollar una comprensión estética y conceptual respecto a la solución de diseño que les rodea. Pero este proceso de aprendizaje puede observarse como aún mejor, eficaz y eficiente si se observa el *engagement* con el aprendizaje entre los estudiantes (Sun et al., 2023). La motivación por aprender y la implicación total en el aprendizaje contribuyen significativamente a obtener resultados eficaces y productivos en el diseño de la comunicación visual.

En este estudio también se ha observado la mediación de la carga cognitiva entre la usabilidad de la interfaz de usuario, el *engagement* con el aprendizaje y el diseño de comunicación visual. Tras comprobarlo mediante técnicas estadísticas, se observó que la carga cognitiva es un mediador significativo en el estudio. La carga cognitiva se refiere a la cantidad o extensión de información que puede procesar la memoria de trabajo a la vez (Sweller, 2020). Por lo tanto, según el grado de carga cognitiva, el sistema educativo puede obtener resultados eficaces en el diseño de la comunicación visual. Se refiere a la medida en que los estudiantes pueden conllevar potencial para almacenar información. También se observó que, además de ofrecer una interfaz fácil de usar y un *engagement* con el aprendizaje, si la carga cognitiva se ajusta a la capacidad del potencial de un estudiante para absorber información, el diseño de la comunicación visual puede resultar beneficioso para el sistema educativo. Los resultados de la mediación también concuerdan con el estudio de Paas y van Merriënboer (2020). En el contexto del diseño de la comunicación con el usuario, la carga cognitiva adquiere mayor importancia porque se refiere a la tensión que experimenta el usuario cuando tiene que procesar mucha información. Así pues, los investigadores también sostienen que los alumnos o estudiantes pueden absorber eficazmente la información si se les proporciona de tal manera que no sobrecargue su capacidad mental (Pratama et al., 2017). Por lo tanto, tomar una cantidad adecuada de carga cognitiva y utilizarla mientras se recibe nueva información y convertirla en memoria a largo plazo es esencial en aquellos sistemas educativos que han adoptado una aplicación de aprendizaje digital y la ha implantado en su sistema educativo.

6. Conclusión, Implicaciones y Recomendaciones

Con el rápido avance de la tecnología, al igual que otras naciones desarrolladas, China también ha incorporado diferentes prácticas de aprendizaje virtual para el intercambio de conocimientos y el avance del aprendizaje en sus instituciones educativas. El objetivo del presente estudio es evaluar el diseño de la comunicación visual de las aplicaciones de aprendizaje móvil en China. El estudio incorporó la usabilidad de la interfaz de usuario y el *engagement* con el aprendizaje de los estudiantes como variables de predicción. El diseño de la comunicación visual se incluyó como variable independiente y la carga cognitiva como variable mediadora. Para completar el proceso de investigación, se adoptó una metodología de investigación cuantitativa. Los datos se recopilaron en las instituciones de enseñanza superior chinas, donde se recogieron 360 cuestionarios. Se utilizaron las técnicas de autoadministración y distribución en línea de los cuestionarios. Los datos se analizaron mediante las fiables y ampliamente implantadas técnicas estadísticas de SPSS y AMOS. Los resultados indicaron una asociación significativa entre la usabilidad de la interfaz de usuario y el diseño de comunicación visual, mientras que se observó una asociación significativa entre el compromiso de aprendizaje de los estudiantes y el diseño de comunicación visual. El papel mediador de la carga cognitiva también resultó ser estadísticamente significativo para la usabilidad de la interfaz de usuario y parcialmente significativo para el *engagement* con el aprendizaje, ya que la presteza del alumno mostró una asociación insignificante. Por tanto, el estudio obtuvo resultados

significativos que incluían asociaciones directas e indirectas entre variables.

La presente investigación tiene una mayor importancia teórica, ya que se basa en el tema moderno y emergente del diseño de la comunicación visual en China. Debido a los avances en el diseño de la comunicación visual en las IES chinas, este estudio contribuye al creciente cuerpo de literatura en relación con la capacidad del usuario para manejar la interfaz de usuario y el compromiso de aprendizaje en el ámbito del diseño de la comunicación visual. Debido a la escasez de investigaciones en este ámbito, este estudio se considera especialmente innovador. La originalidad de este estudio también radica en la evaluación del papel mediador de la carga cognitiva en el marco de la investigación, que tampoco se ha probado en investigaciones anteriores. Tampoco se puede pasar por alto la importancia práctica de este estudio. Este estudio se centró en el contexto de la investigación china; por lo tanto, proporcionó una asociación significativa probada empíricamente. En primer lugar, demostró que el papel mediador de la carga cognitiva es empíricamente significativo; en segundo lugar, demostró una asociación significativa entre el *engagement* con el aprendizaje y el diseño de comunicación visual, en el contexto del sector educativo chino. Este estudio daría lugar a la incorporación de prácticas a través de las cuales podrían aumentar el interés, el deseo de aprender y la motivación de los estudiantes. En tercer lugar, también se observaron estrategias relativas a la usabilidad de la interfaz de usuario y percepciones positivas de la usabilidad, mejores resultados y una influencia positiva en el diseño de la comunicación visual. Por último, pero no por ello menos importante, este estudio ha proporcionado una cantidad considerable de pruebas para utilizar aplicaciones de aprendizaje móvil, su usabilidad y diseño para un mejor rendimiento de los estudiantes.

El presente estudio también se enfrentó a ciertas deficiencias. En primer lugar, este estudio se investigó empíricamente y, por tanto, se sacrificó la otra opción metodológica en la que se podrían incorporar opiniones, puntos de vista o perspectivas de otros, al hacer uso de un diseño de investigación cualitativo. Para superar esta limitación metodológica, los futuros investigadores pueden investigar temas similares mediante la realización de entrevistas y sesiones de debate en grupos focales con el público destinatario, de modo que puedan incluirse en el estudio perspectivas más razonadas y adecuadas de los encuestados. En segundo lugar, la presente investigación incorporó un tamaño de muestra relativamente pequeño debido a la limitación transversal de la investigación. La muestra puede ampliarse en el futuro para obtener resultados efectivos. En tercer lugar, dado que China va por delante de otros países asiáticos en la implantación de aplicaciones de aprendizaje móvil, la investigación se centró únicamente en China. En el futuro, los investigadores podrán analizar otros países técnicamente avanzados, como Japón y Estados Unidos, donde también se observan prácticas de aprendizaje móvil.

Referencias

- Ab Hamid, M., Sami, W., & Sidek, M. M. (2017). Discriminant validity assessment: Use of Fornell & Larcker criterion versus HTMT criterion. *Journal of Physics: Conference Series*, 890(1), 012163. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/890/1/012163>
- Adiloglu, F. (2011). Visual communication: design studio education through working the process. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 28, 982-991. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.11.182>
- Akbarov, B. (2022). Formation of Professional Motivation of Students in the Educational Process. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 10(4), 702-704. <https://go.revistacomunicar.com/qQbyYC>
- Aremu, B. V., & Adeoluwa, O. V. (2021). M-learning: A nexus for adult learners' motivation and readiness to learn in federal universities at Southwest, Nigeria. *Journal of Digital Educational Technology*, 2(1), ep2201. <https://doi.org/10.21601/jdet/11361>
- Bateman, K. J., Wilson, S. E., Ingvarsson, E., Doucette, J., Therrien, W., Nevill, R., & Mazurek, M. (2023). Snack Talk: Effects of a Naturalistic Visual Communication Support on Increasing Conversation Engagement for Adults with Disabilities. *Behavior Analysis in Practice*, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s40617-023-00775-3>
- Benden, D. K., & Lauermaann, F. (2022). Students' motivational trajectories and academic success in math-intensive study programs: Why short-term motivational assessments matter. *Journal of Educational Psychology*, 114(5), 1062-1085. <https://doi.org/10.1037/edu0000708>
- Bernacki, M. L., Greene, J. A., & Crompton, H. (2020). Mobile technology, learning, and achievement: Advances in understanding and measuring the role of mobile technology in education. *Contemporary Educational Psychology*, 60, 101827. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101827>
- Calvo, L., Christel, I., Terrado, M., Cucchiatti, F., & Pérez-Montoro, M. (2022). Users' cognitive load: A key aspect to successfully communicate visual climate information. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 103(1), E1-E16. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-20-0166.1>
- Castro-Alonso, J. C., Ayres, P., & Sweller, J. (2019). Instructional Visualizations, Cognitive Load Theory, and Visuospatial Processing. En J. Castro-Alonso (Ed.), *Visuospatial Processing for Education in Health and Natural Sciences* (pp. 111-143). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20969-8_5
- Chen, T., Peng, L., Jing, B., Wu, C., Yang, J., & Cong, G. (2020). The impact of the COVID-19 pandemic on user experience with online education platforms in China. *Sustainability*, 12(18), 7329. <https://doi.org/10.3390/su12187329>
- Cheung, G. W., & Wang, C. (2017). Current Approaches for Assessing Convergent and Discriminant Validity with SEM: Issues and Solutions. *Academy of Management Proceedings*, 2017(1), 12706. <https://doi.org/10.5465/AMBPP.2017.12706abstract>

- Curum, B., & Khedo, K. K. (2021). Cognitive load management in mobile learning systems: principles and theories. *Journal of Computers in Education*, 8, 109-136. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00173-6>
- Djeki, E., Dégila, J., Bondiombouy, C., & Alhassan, M. H. (2022). E-learning bibliometric analysis from 2015 to 2020. *Journal of Computers in Education*, 9(4), 727-754. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00218-4>
- Feldon, D. F., Callan, G., Juth, S., & Jeong, S. (2019). Cognitive Load as Motivational Cost. *Educational Psychology Review*, 31, 319-337. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09464-6>
- Fisher, M. J., & Marshall, A. P. (2009). Understanding descriptive statistics. *Australian Critical Care*, 22(2), 93-97. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2008.11.003>
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error: Algebra and Statistics. *Journal of Marketing Research*, 18(3), 382-388. <https://doi.org/10.2307/3150980>
- Gangaiamaran, R., & Pasupathi, M. (2017). Review on Use of Mobile Apps for Language Learning. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(21), 11242-11251. <https://go.revistacomunicar.com/svM5TC>
- Gutiérrez Carreón, G., Daradoumis, T., Jorba, J., & Gomar, C. (2020). A study on the effectiveness of an undergraduate online teaching laboratory with semantic mechanism from a student perspective. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 19, 137-155. <https://doi.org/10.28945/4624>
- Hadi, N. U., Abdullah, N., & Sentosa, I. (2016). An easy approach to exploratory factor analysis: Marketing perspective. *Journal of Educational and Social Research*, 6(1), 215. <https://go.revistacomunicar.com/RGRENo>
- Hammady, R., Ma, M., & Powell, A. (2018). User experience of markerless augmented reality applications in cultural heritage museums: museumeyéas a case study. En *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics: 5th International Conference, AVR 2018, Otranto, Italy, June 24–27, 2018, Proceedings, Part II 5* (pp. 349-369). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95282-6_26
- Harpur, P., & De Villiers, M. (2015). MUUX-E, a framework of criteria for evaluating the usability, user experience and educational features of m-learning environments. *South African Computer Journal*, 56(1), 1-21. <https://doi.org/10.18489/sacj.v56i1.240>
- Hermanto, Y. A. L., Pahlevi, A. S., Sutrisno, A. A., & Ibrahim, N. B. (2021). Mega shifts in the business pivot in visual communication design subsector during the COVID-19 pandemic. *KnE Social Sciences*, 394-402. <https://doi.org/10.18502/kss.v5i3.8562>
- Huang, C. L., Luo, Y. F., Yang, S. C., Lu, C. M., & Chen, A.-S. (2020). Influence of students' learning style, sense of presence, and cognitive load on learning outcomes in an immersive virtual reality learning environment. *Journal of Educational Computing Research*, 58(3), 596-615. <https://doi.org/10.1177/0735633119867422>
- Huang, Z., & Benyoucef, M. (2022). A systematic literature review of mobile application usability: addressing the design perspective. *Universal Access in the Information Society*, 22, 715-735. <https://doi.org/10.1007/s10209-022-00903-w>
- Kabrisky, M. (1964). *A proposed model for visual information processing in the human brain* [Disertación Doctoral, University of Illinois at Urbana-Champaign]. <https://go.revistacomunicar.com/m4tFkS>
- Ke, P., & Su, F. (2018). Mediating effects of user experience usability: An empirical study on mobile library application in China. *The Electronic Library*, 36(5), 892-909. <https://doi.org/10.1108/EL-04-2017-0086>
- Klimova, B., & Polakova, P. (2020). Students' perceptions of an EFL vocabulary learning mobile application. *Education Sciences*, 10(2), 37. <https://doi.org/10.3390/educsci10020037>
- Krull, G., & Duarte, J. M. (2017). Research trends in mobile learning in higher education: A systematic review of articles (2011–2015). *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 18(7). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v18i7.2893>
- Kumar Basak, S., Woto, M., & Belanger, P. (2018). E-learning, M-learning and D-learning: Conceptual definition and comparative analysis. *E-learning and Digital Media*, 15(4), 191-216. <https://doi.org/10.1177/2042753018785180>
- Liu, L., Zhang, L., Ye, P., & Liu, Q. (2018). Influence factors of satisfaction with mobile learning APP: An empirical analysis of China. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 13(3), 87-99. <https://doi.org/10.3991/IJET.V13I03.8381>
- Liu, Y., Al-Atawi, A. A., Khan, I. A., Gohar, N., & Zaman, Q. (2023). Using the fuzzy analytical hierarchy process to prioritize the impact of visual communication based on artificial intelligence for long-term learning. *Soft Computing*, 27(1), 157-168. <https://doi.org/10.1007/s00500-022-07556-0>
- Martin, F., & Borup, J. (2022). Online learner engagement: Conceptual definitions, research themes, and supportive practices. *Educational Psychologist*, 57(3), 162-177. <https://doi.org/10.1080/00461520.2022.2089147>
- Nie, R. (2018). Research on dynamic visual communication graphics design under mobile terminal platform. En *2018 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data & Smart City (ICITBS)* (pp. 198-201). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICITBS.2018.00058>
- Paas, F., & van Merriënboer, J. J. (2020). Cognitive-load theory: Methods to manage working memory load in the learning of complex tasks. *Current Directions in Psychological Science*, 29(4), 394-398. <https://doi.org/10.1177/0963721420922183>
- Park, K., Farb, A., & George, B. (2023). Effectiveness of visual communication and collaboration tools for online GIS teaching: Using Padlet and Conceptboard. *Journal of Geography in Higher Education*, 47(3), 399-410. <https://doi.org/10.1080/03098265.2022.2065669>
- Parsazadeh, N., Ali, R., & Rezaei, M. (2018). A framework for cooperative and interactive mobile learning to improve online information evaluation skills. *Computers & Education*, 120, 75-89. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.01.010>
- Pratama, D., Gunarti, W., & Akbar, T. (2017). Understanding visual novel as artwork of visual communication design. *Mudra Jurnal Seni Budaya*, 32(3), 292-298. <https://doi.org/10.31091/mudra.v32i3.177>
- Prati, E., Peruzzini, M., Pellicciari, M., & Raffaelli, R. (2021). How to include User eXperience in the design of Human-Robot Interaction. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 68, 102072. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2020.102072>
- Raiyn, J. (2016). The Role of Visual Learning in Improving Students' High-Order Thinking Skills. *Journal of Education and Practice*, 7(24), 115-121. <https://go.revistacomunicar.com/sPB6QT>
- Rice, S., Winter, S. R., Doherty, S., & Milner, M. (2017). Advantages and disadvantages of using internet-based survey methods in aviation-related research. *Journal of Aviation Technology and Engineering*, 7(1), 5. <https://doi.org/10.7771/2159-6670.1160>

- Saris, B. (2020). A review of engagement with creativity and creative design processes for visual communication design (VCD) learning in China. *International Journal of Art & Design Education*, 39(2), 306-318. <https://doi.org/10.1111/jade.12262>
- Sayibu, M., Jianxun, C., Akintunde, T. Y., Haféez, R. O., Koroma, J., Amosun, T. S., & Shahani, R. (2021). Nexus between students' attitude towards self-learning, Tencent APP usability, mobile-learning, and innovative performance. *Social Sciences & Humanities Open*, 4(1), 100217. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2021.100217>
- Song, S., Zhao, Y. C., Yao, X., Ba, Z., & Zhu, Q. (2021). Short video apps as a health information source: an investigation of affordances, user experience and users' intention to continue the use of TikTok. *Internet Research*, 31(6), 2120-2142. <https://doi.org/10.1108/INTR-10-2020-0593>
- Sun, W., Hong, J.-C., Dong, Y., Huang, Y., & Fu, Q. (2023). Self-directed learning predicts online learning engagement in higher education mediated by perceived value of knowing learning goals. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 32(3), 307-316. <https://doi.org/10.1007/s40299-022-00653-6>
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4(4), 295-312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)
- Sweller, J. (2020). Cognitive load theory and educational technology. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09701-3>
- Taherdoost, H., Sahibuddin, S., & Jalaliyoon, N. (2022). Exploratory Factor Analysis; Concepts and Theory. *Advances in Applied and Pure Mathematics*, 27, 375-382. <https://go.revistacomunicar.com/Tgo85Z>
- Wang, Y., Liu, X., & Zhang, Z. (2018). An overview of e-learning in China: History, challenges and opportunities. *Research in Comparative and International Education*, 13(1), 195-210. <https://doi.org/10.1177/1745499918763421>
- Weinstein, C. E., & Mayer, R. E. (1983). The Teaching of Learning Strategies. *Innovation Abstracts*, 5(32), n32. <https://go.revistacomunicar.com/NesUDY>
- Wijaya, O. P., & Bukhori, I. (2017). Effect of Learning Motivation, Family Factor, School Factor, and Community Factor on Student Learning Outcomes on Productive Subjects. *JPBM (Jurnal Pendidikan Bisnis dan Manajemen)*, 3(3), 192-202. <https://doi.org/10.17977/um003v3i32017p192>
- Wileman, R. E. (1993). *Visual Communicating*. Educational Technology. <https://go.revistacomunicar.com/phQcY1>
- Worth, S. (2016). *Studying Visual Communication*. University of Pennsylvania Press. <https://doi.org/10.9783/9781512809282>
- Wu, H., & Li, G. (2020). Innovation and improvement of visual communication design of mobile app based on social network interaction interface design. *Multimedia Tools and Applications*, 79, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-7523-6>
- Yang, C. C. Y., & Ogata, H. (2023). Personalized learning analytics intervention approach for enhancing student learning achievement and behavioral engagement in blended learning. *Education and Information Technologies*, 28(3), 2509-2528. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11291-2>
- Yu, Z., Gao, M., & Wang, L. (2021). The effect of educational games on learning outcomes, student motivation, engagement and satisfaction. *Journal of Educational Computing Research*, 59(3), 522-546. <https://doi.org/10.1177/0735633120969214>
- Zhai, X. (2022). ChatGPT User Experience: Implications for Education. *Available at SSRN 4312418*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4312418>