

**UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO**

**MAESTRIA EN EDUCACIÓN, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**

**Importa la Experticia del Alumno al Diseñar Multimedia Emocional para Alumnos de Matemáticas de la Escuela Primaria. Un Estudio de Replicación de Chiu et al., (2020)**

**Doris Sarabia**

**Magíster en Educación, Tecnología e Innovación**

**Sheyla Jácome**

Guayaquil, junio- 2022

**DECLARACION DE AUTORIA**

Yo, Doris Silvia Sarabia García, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mí autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado, calificación profesional, o proyecto público ni privado; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

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



---

Doris Silvia Sarabia García

## RESUMEN

La investigación tiene por objetivo analizar los efectos de la experticia de los alumnos aprendices vs avanzados y un diseño emocional que incluye forma de rostros, colores cálidos con diseño vs sin diseño en el desarrollo de las habilidades de la memoria y comprensión de las matemáticas. Participaron 131 estudiantes de educación básica elemental, que fueron distribuidos en 4 grupos experimentales para observar como aprenden los patrones geométricos con videos de diseños emocionales. Los resultados mostraron que los grupos que observaron el video con el diseño emocional se beneficiaron en la prueba del recuerdo y en la comprensión para el grupo de avanzados, pero no al grupo de novatos con bajo nivel de conocimientos previos. Se concluye al aplicar el diseño emocional puede beneficiar de manera efectiva a adquirir las habilidades de pensamiento de orden inferior y la motivación de los estudiantes puede no conducir a mejores resultados de aprendizaje.

*Palabras clave:* teoría de la carga cognitiva, experticia del alumno, diseño emocional aprendizaje multimedia, aprendizaje de matemáticas.

## ABSTRACT

The research aims to analyze the effects of the expertise of students learners vs advanced and an emotional design that includes the shape of faces, colors warm with design vs without design in the development of memory skills and understanding of mathematics. 131 basic education students participated elemental, which were distributed in 4 experimental groups to observe how they learn geometric patterns with videos of emotional designs. The results showed that the groups that watched the video with the emotional design were benefited in the memory and comprehension test for the advanced group, but not to the group of novices with a low level of previous knowledge. It concludes at applying the emotional design can effectively benefit to acquire the lower order thinking skills and motivation of students can not lead to better learning outcomes.

*Keywords:* cognitive load theory, learner expertise, emotional design multimedia learning, math learning.

## Resumen

Se considera al diseño emocional como un medio de aprendizaje interactivo que puede facilitar la comprensión del contenido e integrar al estudiante en el proceso de aprendizaje. La investigación tiene por objetivo analizar los efectos de la experticia de los alumnos aprendices vs avanzados y un diseño emocional que incluye forma de rostros, colores cálidos con diseño vs sin diseño en el desarrollo de las habilidades de la memoria y comprensión de las matemáticas. El grupo de novatos estaba compuesto por los estudiantes más jóvenes que no tenían conocimientos previos sobre el tema, el grupo de avanzados conformado por los estudiantes mayores que habían estudiado el tema como parte del contenido de la unidad de estudio. Participaron en esta investigación, 131 estudiantes de educación básica elemental, que fueron distribuidos en 4 grupos experimentales para observar como aprenden los patrones geométricos con videos de diseños combinados de caras y colores cálidos. Los resultados mostraron que los grupos que observaron el video con el diseño emocional se beneficiaron en la prueba del recuerdo y en la comprensión para el grupo de avanzados, pero no al grupo de novatos con bajo nivel de conocimientos previos. Se concluye al aplicar el diseño emocional puede beneficiar de manera efectiva a adquirir las habilidades de pensamiento de orden inferior y la motivación de los estudiantes puede no conducir a mejores resultados de aprendizaje.

*Palabras clave:* teoría de la carga cognitiva, experticia del alumno, diseño emocional aprendizaje multimedia, aprendizaje de matemáticas.

## Summary

Emotional design is considered an interactive learning medium that can facilitate the understanding of the content and integrate the student in the process of learning. The research aims to analyze the effects of the expertise of learners vs. advanced students and an emotional design that includes a way of faces, warm colors with design vs without design in the development of the skills of memory and understanding of mathematics. The novice group consisted of younger students who had no prior knowledge of the subject, the group of advanced made up of older students who had studied the subject as part of the content of the unit of study. Participated in this research were 131 elementary basic education students, who were distributed into 4 groups of experiments to observe how they learn geometric patterns with videos of combined designs of faces and warm colors. The results showed that the groups who watched the video with the emotional design benefited in the test of the recall and comprehension for the advanced group, but not for the novice group with a low level of prior knowledge. It is concluded that applying the emotional design can effectively benefit to acquire order thinking skills lower and the motivation of the students may not lead to better results in learning.

Keywords: cognitive load theory, student expertise, design emotional learning multimedia, math learning.

## **Introducción**

El presente estudio considera al diseño emocional como un medio de aprendizaje interactivo de la matemática, considerada como una ciencia básica que cumple una función en las habilidades de los individuos en la vida cotidiana. Puede moldear la actitud y la inteligencia de un niño en el desarrollo de operaciones cognitivas para el procesamiento de la información (Wirawan et al., 2020). El diseño emocional se apoya en la tecnología de la información y la comunicación, beneficia al estudiante en el aprendizaje activo y en la motivación que se produce a través de la multimedia. Fomentando una mejor enseñanza y mayor rendimiento académico de los estudiantes (Noor-Ul-Amin, 2013). Esta investigación contribuye en el estudio del diseño emocional para mejorar la comprensión de la matemática, en diferentes niveles de experticia y su desempeño en el de recuerdo, la comprensión y la motivación intrínseca en los estudiantes.

### **Desempeño Matemático**

El desarrollo de las competencias matemáticas por los estudiantes de Educación General Básica se evidencia en el informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Este documento analiza los currículos de 16 países de América Latina y el Caribe en el área de matemática. Se detalla que a nivel regional el 52,3% de los estudiantes de tercer año son capaces de cumplir con el programa establecido y adquirir el conocimiento para esa edad y el 47,3% de los estudiantes presentan un déficit en el pensamiento lógico racional. En el Ecuador el 57% de los estudiantes de tercer año están bajo el promedio regional (ERCE, 2019).

En la actualidad el sistema educativo ecuatoriano resalta la importancia de los recursos multimedia en el currículo. Estos son considerados de interés para mejorar la comprensión del contenido científico. El material multimedia se aplica en un curso cuando los métodos de enseñanza actuales no logran los objetivos de aprendizaje de los programas educativos (Rajendra y Sudana, 2018). La multimedia facilita el dominio de las habilidades básicas de un estudiante para reconocer, resolver problemas mediante el aprendizaje práctico y la comprensión de conceptos abstractos, adquiriendo la pericia para enfrentar los problemas que surjan (Malik y Agarwal, 2012; SchunK, 2012) y lo integra al estudiante en el proceso de aprendizaje (Iskandar et al., 2018).

La información adicional no debe redundar, es atractiva pero irrelevante y se la conoce como detalles seductores. Se lo utiliza para que el material de aprendizaje sea más interesante y seductor para los estudiantes de todas las edades e incluso de universidades (Park et al., 2015). Para Zambrano y Yaguarema (2021), al usar mejor los materiales multimedia diseñados a la capacidad cognitiva y conocimientos previos del alumno les permite obtener aprendizajes duraderos que pueden facilitar a los docentes a optimizar más las tecnologías de enseñanza remota y los entornos de aprendizaje.

Los estudios han demostrado que los colores cálidos y las formas redondas similares a caras de bebés en los diseños multimedia pueden favorecer los resultados del aprendizaje al producir emociones positivas (Plass et al., 2014). Estos estudios no tomaron en cuenta la experticia del alumno ni evaluaron cómo los antecedentes del alumno influyen en la eficacia de los diseños. Esta investigación es una réplica que analiza la importancia del diseño emocional, con diseño versus sin diseño y la experticia del alumno, principiante



sin conocimiento previo versus avanzado con conocimiento previo en los resultados del aprendizaje de recordar y comprender un tema de matemáticas de la escuela primaria (Chiu et al., 2020).

### **La Teoría Cognitiva del Aprendizaje**

Para Sweller (2010), la teoría cognitiva se basa en la arquitectura de la memoria humana formada por la memoria de trabajo limitada que procesa la información y la memoria a largo plazo que almacena la información, al ser recuperada se organiza en una estructura mental. El proceso de aprendizaje selecciona los mensajes relevantes de la multimedia, organiza y los integra a los conocimientos memoria de largo plazo (Mayer, 2021). Este proceso consume la carga intrínseca que es la parte de la memoria de trabajo que requiere el estudiante para procesar la información necesaria y lograr los objetivos de aprendizaje. La memoria de trabajo que transforma la información innecesaria se llama carga extraña. La carga germana es la memoria de trabajo utilizada para dar sentido a la información esencial (Sweller, 2010; Kalyuga et al., 2013).

De acuerdo con la teoría de la carga cognitiva, durante las fases iniciales de la instrucción, los estudiantes novatos deben recibir una enseñanza explícita en conceptos y procedimientos específicos en lugar de resolver o explorar problemas independientes (Sweller et al., 2007). Las presentaciones multimedia deben mostrar imágenes y palabras al mismo tiempo para que las personas aprendan mejor y se excluya el material extraño. Este principio de coherencia puede ser importante para estudiantes con baja capacidad de memoria de trabajo o bajo conocimiento. Cuando el material extraño es interesante, aumenta el nivel de atención inducido por los detalles seductores, beneficiando al alumno a

codificar más material de la lección. Se predice que los estudiantes al aprenden con detalles seductores mejora desempeño en las pruebas de transferencia de los que aprenden sin detalles seductores (Mayer, 2021).

La evidencia empírica respalda a la teoría de la carga cognitiva que deben incorporarse en todos los métodos la instrucción para lograr un aprendizaje efectivo (Sweller et al., 2007). Según el estudio de Chiu et al. (2017), los resultados sugieren que el diseño ayuda no solo a los principiantes sino también a los avanzados para que los alumnos desarrollen habilidades de análisis; el efecto de inversión de la experticia no se produjo porque el entorno de aprendizaje es menos estructurado. Para Mutlu-Bayraktar et al. (2019), en la revisión sistemática sobre la carga cognitiva concluye, que la carga cognitiva es vital en el aprendizaje multimedia. Dado que el conocimiento previo del alumno juega un papel importante en la arquitectura cognitiva humana para un aprendizaje eficaz, los niveles de experticia del alumno son esenciales para predecir la demanda de carga cognitiva (Kalyuga et al., 2013).

### **La Teoría Cognitivo-Afectiva del Aprendizaje con Medios**

Para Moreno (2006), la teoría cognitivo-afectiva es un método de instrucción eficaz en el contexto de la multimedia. Según Moreno y Mayer (2007), la teoría incorpora siete supuestos: (1) el procesamiento de información verbal y no verbal son independientes; (2) la memoria de trabajo es limitada y procesa toda la información organizada, mientras que la memoria a largo plazo es relativamente grande y almacena la información; (3) la codificación dual mejora el aprendizaje; (4) el procesamiento activo de la información es necesario para un aprendizaje significativo; (5) Los factores motivacionales median el

aprendizaje ajustando el compromiso cognitivo (Pintrich y De Groot, 2003); (6) los factores metacognitivos median el aprendizaje regulando los procesos afectivos y cognitivos y (7) la experticia del alumno en medios específicos puede afectar los resultados del aprendizaje (Kalyuga, 2007).

La teoría cognitivo-afectiva del aprendizaje con medios debería considerar a la emoción inducida por el diseño como un factor que afecta directamente los resultados del aprendizaje, en lugar de estar mediada por la motivación o el esfuerzo mental (Um et al., 2012). El afecto funciona como el interruptor que enciende y apaga la motivación, es el proceso mediante el cual se inicia y se mantiene la conducta dirigida a un objetivo, ya sea consciente o inconscientemente. La idea de que la capacidad cognitiva es un parámetro que los estudiantes aportan a la tarea de aprendizaje, mientras que la motivación determina la cantidad real de recursos cognitivos invertidos en la tarea de aprendizaje (Moreno, 2010).

Cuando los estudiantes están atrapados en el aburrimiento y la baja excitación puede ser difícil cambiar los estados cognitivos- afectivos a emociones positivas, la integración de los dos componentes en la multimedia que responda al aburrimiento es posible y la confusión es un estado que acompaña al aprendizaje profundo, está vinculado a ganar el aprendizaje. Por lo tanto, es importante que los entornos de aprendizaje manejen la confusión del alumno de manera productiva. Es importante alentar a estos alumnos e informarles que trabajar en el problema será productivo y la confusión que tiene es una señal de progreso. Otros estudiantes se motivan al estar confundidos porque es una señal de que están siendo desafiados y con la confianza que tienen en su capacidad van a superar el desafío (D'Mello y Graesser, 2010).

## **Emociones en el Aprendizaje Multimedia**

La multimedia es un método emocionante e interesante de información para la educación con múltiples facetas y aprobación duradera (Malik y Agarwal, 2012). Es probable que varias características del diseño de materiales multimedia, como colores, formas y sonidos, tengan un impacto en el afecto de los alumnos (Plass et al., 2014). Los principios para aprender mejor con imágenes o palabras están destinados a aliviar a los alumnos de la carga y combatir con procesos cognitivos innecesarios (Chiu y Churchill, 2016; Plass et al., 2014).

La motivación ayuda a los estudiantes la forma cómo aprender y ser cada vez más hábiles (Schunk, 2012). Los estados de motivación determinan la atención en los estudiantes facilitando aprendizaje cognitivos (Kalyuga y Kalyuga, 2010). Los estudiantes que carecen de motivación no se involucran en el procesamiento generativo incluso cuando la capacidad cognitiva está disponible (Moreno y Mayer, 2007). Estudios recientes mostraron que el diseño emocional puede evocar emociones positivas en los alumnos que facilitan el proceso de aprendizaje (Heidig et al., 2015). Los alumnos que estudiaban con el diseño emocional poseen una mejor transferencia integral de conocimiento, una percepción más positiva y una mejor motivación hacia el aprendizaje (Plass et al., 2014).

## **Diseño Emocional en Aprendizaje Multimedia**

El diseño emocional provoca emociones que impactan en el aprendizaje la forma, el color da como resultado una mejor comprensión. Los elementos del diseño emocional pueden inducir emociones positivas para estudiantes de diferentes contextos culturales y

género. Facilitando los procesos cognitivos y el aprendizaje (Plass et al., 2014; Um et al., 2012). Los estudios revelan que las formas redondas parecidas a caras incitan emociones positivas tanto por sí solas como en combinación con colores cálidos. A diferencia de los colores cálidos por sí solos no afectaron las emociones de los alumnos. La comprensión y la transferencia fue facilitada por los colores cálidos, formas redondas similares a caras (Plass y Kaplan, 2016).

Estos hallazgos apoyan al supuesto de mediación afectiva de la teoría cognitivo-afectiva del aprendizaje con medios (Moreno 2006), los factores emocionales median en el aprendizaje al aumentar el compromiso cognitivo y mejorar los resultados del aprendizaje. Un estudio de metaanálisis concluye que, los diseños emocionales que mejoran la motivación ayudan a mejorar el esfuerzo mental y la retención de los estudiantes. Este aporte indica la relación de los diferentes factores que afectan el aprendizaje y hay que tener en cuenta al diseñar el material didáctico para promover mejorar el aprendizaje con el uso de antropomórficos con colores (Wong y Adesope, 2021). Al aplicar un diseño emocional se debe observar las características del diseño que sea positivo para que inducir al estudiante a un estado emocional positivo (Navratil et al., 2018).

Chung y Cheo (2020), en su estudio hallaron una posible ventaja de los diseños emocionales negativos al considerar la activación de niveles óptimos para el aprendizaje lo que recomienda no usar imágenes negativas que son extremadamente excitantes para el aprendizaje. Tanto el diseño emocional positivo como negativo influyen en el aprendizaje más que un diseño neutral. La inteligencia emocional es un aspecto importante en la adaptación del diseño emocional y cuando hablamos diseñar emociones debemos

considerar las características de las personas que influyen en la emoción (Kumar et al., 2019).

Las investigaciones proporcionan conocimientos, para cuatro atributos visuales sobre la excitación emocional: color, forma, dimensión y expresión. Facilitando las comparaciones de los efectos sobre la excitación de las emociones (Plass y Kaplan, 2016). El estudio de Wolfson y Case (2000), demostró que el color tiene un impacto mayor que el sonido, e incluso aquí el efecto no fue sencillo. Los colores cálidos provocan mayores sensaciones de excitación que los colores fríos. Para diseñar la multimedia hay que tener en cuenta las características individuales más importantes de los estudiantes para satisfacer las necesidades únicas de cada uno. Si el diseño es flexible puede adaptarse a las emociones de los alumnos y facilitar el aprendizaje en la mayoría de los estudiantes (Ruthig et al., 2008; Uzun y Yildirim, 2018).

Los resultados de un meta-análisis revelaron que los diseños emocionales ayudan a mejorar los aprendizaje cuando el material se integra a la multimedia en coherencia con el objetivo alcanzar (Wong y Adesope, 2021). Según Plass et al. (2014), los hallazgos indicaron que los alumnos que estudiaron con los materiales diseñados para inducir emociones positivas alcanzaron los mejores resultados en la prueba de comprensión que los estudiantes que recibieron un diseño neutral. La inducción de las emociones externas e internas les permitió aumentar el rendimiento en la prueba de transferencia y la motivación intrínseca durante el aprendizaje. Para los diseñadores de materiales de aprendizaje, es importante que conozcan que tipo de imagen genera el mejor recuerdo y retención de los conceptos claves (Chung y Cheon, 2020).

El criterio para inducir emociones positivas en el aprendizaje multimedia utiliza el diseño del entorno que no agregan cantidades significativas de nueva información al material. Los efectos establecidos que han sido validados empíricamente en su impacto de las emociones positivas de los alumnos incluyen el uso de combinaciones de colores y formas visuales específicas, estos efectos de diseño visual como diseño emocional positivo (Plass et al., 2014). Un enfoque alternativo es inducir emociones positivas producidas por el diseño de varios elementos, como el diseño visual, la disposición del diseño, el color y el sonido. Diversos estudios de aprendizaje multimedia han incluido diferentes diseños estéticos que pueden inducir emociones y que estas emociones afectan el rendimiento y el proceso cognitivo de los usuarios (Wolfson y Case, 2000).

### **Experticia del Alumno en el Aprendizaje Multimedia**

El diseño multimedia generalmente no considera los niveles de conocimiento del alumno y la mayoría de los experimentos se lo realiza con alumnos que tenían experticia limitada o conocimientos previos bajos. Es evidente que los novatos necesitan más instrucción y a medida que aumentan los niveles de experticia en un área específica de conocimiento, es posible que se requiera más instrucción para desarrollar y perfeccionar sus habilidades (Kalyuga, 2017). Los niveles de experticia son necesarios para predecir la demanda de carga cognitiva, es posible que se genere una carga extraña aumentada y se asocia con un rendimiento reprimido (Kalyuga et al., 2013). Interfiriendo con el aprendizaje al reducir la capacidad cognitiva disponible (Kalyuga, 2017).

La teoría de la carga cognitiva sugiere para los estudiantes más expertos los diseños como el texto es redundante debido a sus esquemas adquiridos previamente. Es posible que

preferían ignorar el texto, pero se les dificultaba hacerlo cuando el texto está integrado en el diagrama, lo que genera una carga cognitiva alta innecesaria. El efecto de atención dividida no debería ser posible para los alumnos expertos (Kalyuga et al., 1998). El método más eficiente para entregar la información puede ser determinado en parte por el nivel de experticia del alumno (Kalyuga et al., 2000).

En general, los hallazgos mostraron que el efecto de inversión de la experticia se produce para la habilidad de comprender en el aprendizaje multimedia, pero no en las habilidades de análisis en tareas menos estructuradas, recordar y también es de ayuda visual al administrar mejor el procesamiento esencial para estudiantes avanzados (Chiu et al., 2020). En las investigaciones se encontró que las emociones positivas inducidas antes del aprendizaje aumentaron la satisfacción hacia el mismo material de aprendizaje y experticia (Um et al., 2012; Plass et al., 2014). El sistema indica que los alumnos con conocimientos previos bajos se beneficiaban de agentes animados empático, alentador y gráficos instructivos mientras que los alumnos con conocimientos previos altos no (Bravo y Zambrano, 2021; D' Mello y Graesser, 2010; Leslie et al., 2012; Taylor et al., 2007).

### **Método**

La presente investigación se centra en un diseño experimental que considera la experticia del alumno novatos sin conocimiento previos, frente a estudiantes avanzados que tienen más conocimientos. El efecto de un diseño emocional sobre el aprendizaje de las matemáticas en entornos de multimedia y explicar cómo el diseño influye en las capacidades cognitivas disponibles para el aprendizaje. Se utilizó un diseño factorial 2 x 2 entre sujetos con factores experticia del alumno novato (N) vs avanzado (A) y diseño



emocional con diseño emocional (Moreno y Mayer 2007), (ED) vs sin diseño (ND) para lograr las metas de la investigación.

Se planteó las hipótesis de que el diseño emocional (H1) ayudaría a los alumnos a desarrollar un mejor recuerdo (Moreno 2006; 2007; 2009); (H2) impone una carga cognitiva extraña a los alumnos y tienen un mayor efecto facilitador en los alumnos novatos en el desarrollo de la comprensión como resultado del efecto de inversión de la experticia (Kalyuga 2017) y los supuestos individuales para el aprendizaje multimedia (Chiu y MoK 2017; Mayer 2021; Kalyuga 2017) y (H3) hacen que los materiales de aprendizajes sean más divertidos (Plass et al. 2014).

### **Participantes y Procedimiento**

Esta investigación se realizó con 131 estudiantes de segundo y tercero grado de educación general básica en una institución pública del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. El estudio fue parte de la asignatura de Matemáticas. Se inicia desde la autorización del directivo de la Unidad Educativa participante y del consentimiento de los representantes legales de los estudiantes para ser parte de este estudio. El estudio tuvo dos fases una piloto y una principal. En la fase piloto, se realizó un estudio experimental con dos grupos de un total de 55 estudiantes de segundo año para examinar la efectividad de un diseño emocional que incorporaba formas de caras similares a las de un bebé y colores cálidos.

Los resultados mostraron que el diseño emocional promovió significativamente las emociones positivas de los participantes. El estudio principal, se realizó a los estudiantes del subnivel elemental de educación general básica, acotando que el año escolar de los

estudiantes está relacionado con su experticia y como aprendiz. Por lo tanto, se solicitó la colaboración de 55 estudiantes de segundo año, aproximadamente de seis años y 76 estudiantes de tercer año, aproximadamente de siete años de una unidad educativa de la ciudad de Quito, para participar en la investigación.

A los estudiantes de segundo año, no se les enseñaron los principios y conceptos de los patrones geométricos como una unidad del plan de estudios y se los clasificó como principiantes. Los alumnos de tercer año tenían conocimientos previos del contenido porque habían estudiado previamente patrones como unidad de trabajo y fueron clasificados como estudiantes avanzados. Se esperaba que el grupo de segundo año tuviera menos conocimientos que el grupo de tercer año, lo cual se verificó mediante los resultados de una prueba previa en una aplicación de una ficha interactiva en línea con preguntas de opción múltiple.

Después de la prueba previa al tercer día se aplicó la fase experimental la que estaba conformada por cuatro grupos: 25 aprendices novatos con el diseño emocional (NED), 30 aprendices novatos con un diseño no emocional (NND), 37 estudiantes avanzados que aprenden con el diseño emocional (AED) y 39 estudiantes avanzados que aprenden con un diseño no emocional (AND). La investigación inicia informando a los grupos sobre el propósito del aprendizaje multimedia, mediante la plataforma Zoom aplicada en la nueva modalidad virtual, por la pandemia causada por la COVID 19, en cuatro aulas, dos de la jornada matutina y dos de la vespertina.

A continuación, los estudiantes observaron los videos correspondientes a cada grupo con un periodo de cinco minutos, luego completaron las pruebas posteriores la del recuerdo, comprensión y el cuestionario en línea por medio de los formularios de Google,

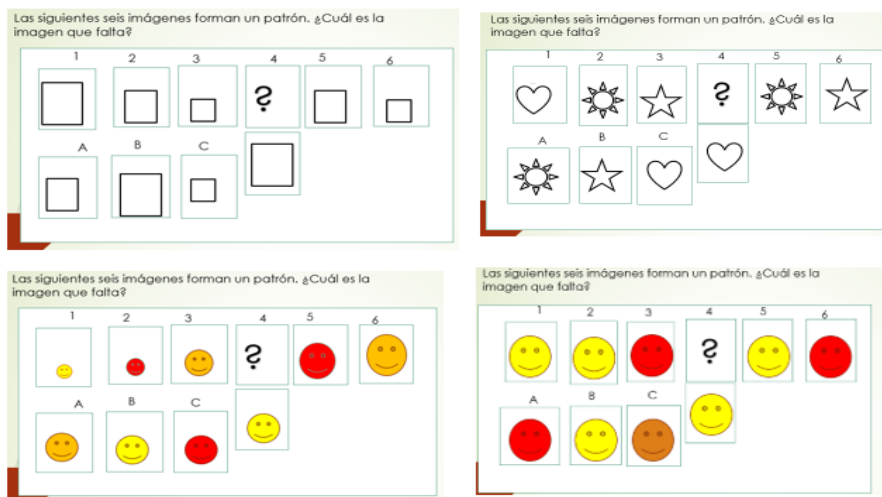
asignándoles 20 minutos. Se agradeció a todos los estudiantes y a sus representantes por permitirnos realizar la investigación.

### Instrumentos y Materiales de Aprendizaje

Los instrumentos de aprendizaje fueron la prueba posterior que incluye la del recuerdo y la comprensión además se le aplico un cuestionario para medir la motivación. Las evaluaciones se realizaron en formularios de Google. Los materiales de aprendizaje fueron videos de cinco minutos sobre la comprensión de patrones geométricos. En los grupos de diseño emocional, se agregaron formas redondas similares a los rostros de bebés y colores cálidos en el diseño (Figura 1). La prueba posterior se realizó en forma de preguntas de opción múltiple con tres respuestas, evaluó el recuerdo y la comprensión (Figura 2). Los resultados del aprendizaje del recuerdo se midieron mediante preguntas, las mismas que se presentan en los videos.

### Figura 1

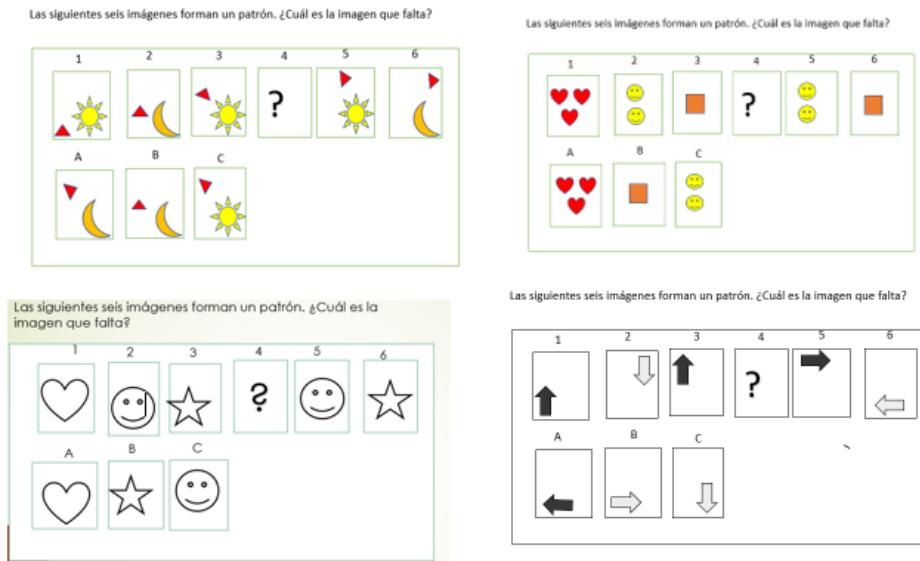
*Las capturas de pantalla de los videos en el grupo de control y experimental*



*Nota.* Preguntas de la evaluación del recuerdo para aprendices y expertos.

## Figura 2

### Ejemplos de preguntas de la evaluación del recuerdo y la comprensión



*Nota.* Preguntas de la evaluación de la comprensión para aprendices y expertos.

Las preguntas que medían la comprensión eran nuevas, diferentes a las imágenes del video. Cada prueba tenía 10 preguntas y cada una obtuvo un punto. El cuestionario incluía una pregunta Likert de cinco escalas que medía la motivación intrínseca con la afirmación "Encuentro divertido el material de aprendizaje". Esta pregunta fue tomada en el estudio de (Plass et al. 2014).

## Resultados

Los resultados obtenidos posteriores a las pruebas son analizados mediante el software SPSS 21 con un análisis univariado de varianza (ANOVA)  $2 \times 2$ . El diseño emocional con o sin forma de rostro y color cálido por la experticia del alumno principiante o avanzado. Las variables dependientes fueron el recuerdo, la comprensión y la motivación

intrínseca. Todas las variables dependientes cumplieron el supuesto de homogeneidad de varianza. Las medias y las desviaciones estándar de las puntuaciones de ambos grupos se muestran en la Tabla 1; los efectos principales y de interacción se resumen en la Tabla 2.

**Tabla 1**

*Estadística descriptiva para los cuatro grupos experimentales*

Variable	NED (n= 25)		NND (n= 30)		AED (n= 37)		AND (n= 39)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Recuerdo	9.48	.92	8.6	1.04	9.89	0.31	8.1	1.21
Comprensión	6.68	1.25	7.70	1.06	8.46	1.46	8.03	1.20
Motivación intrínseca	4.64	0.57	4.40	0.72	4.84	0.50	4.15	0.96

*Nota.* La tabla muestra la media aritmética (*M*), la desviación estándar (*SD*) de los grupos experimentales.

**Tabla 2**

*Resumen de los efectos principales y de interacción*

Variable	Efecto principal de la experticia del alumno	Efecto principal del diseño emocional	Interacción-efecto
Recuerdo	No	Si	Si
Comprensión	Si	No	Si
Motivación intrínseca	No	Si	No

*Nota.* Efectos principales- interacción

Para el análisis del recuerdo, el ANOVA reveló un efecto principal del diseño emocional,  $F = 27.319$ ;  $p < .001$ , lo que indica hay diferencias significativas entre los grupos que observaron el diseño emocional: AED = 9.89; SD = .31 y NED = 9.48; SD = .92. Se desempeñaron mejor que los grupos que observaron el video sin el diseño emocional. Para la experticia no hay efecto significativo.

Para la comprensión, el ANOVA mostró un efecto significativo de la experticia,  $F = 10.421$ ;  $p < .001$ . Para los grupos con experticia AED = 8.46; SD = 1.46 y AND = 8.03; SD = 1.20. El desempeño de estos grupos fue notorio que superaron a los grupos de los aprendices novatos.

Para la motivación intrínseca, el ANOVA no encontró un efecto principal de la experticia del alumno y para el diseño emocional.  $F = 6.113$ ;  $p = .001$ . Los grupos que trabajaron con el diseño emocional alcanzaron las medias altas. AED = 4.84; SD = .50 y NED = 4.64; SD = .57 superiores a los grupos que no trabajaron con el diseño emocional.

### **Discusión**

Este estudio planteó analizar el efecto de un diseño multimedia emocional aplicando formas similares caras y colores cálidos para adquirir la habilidad de la memoria y la comprensión de los estudiantes con diferentes niveles de experticia. El objetivo fue investigar como los diferentes niveles de experticia influyen en la efectividad de un diseño emocional en el aprendizaje de las matemáticas con entornos multimedia y se busca entender los efectos facilitadores del diseño. Los resultados de la investigación confirmaron las tres hipótesis planteadas en este artículo. (H1) El diseño emocional ayudaría a los

alumnos a desarrollar un mejor recuerdo. El diseño emocional ayudó a los estudiantes a lograr efectos significativos en el desarrollo de la memoria. Este resultado se apoya en los hallazgos empíricos (Chiu et al., 2017; Plass et al. 2014), que señalan que la presencia del diseño emocional puede mejorar la memoria. El diseño emocional induce emociones positivas en la combinación de formas redondas, similares a las caras de bebés con los colores cálidos que reducen la dificultad de la tarea y aumenta los niveles de motivación del alumno novato y experto.

Es probable que un diseño emocional facilite el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden inferior o el conocimiento procedimental en matemáticas. En la prueba del recuerdo los avanzados y aprendices novatos obtuvieron los mayores promedios de la media, posiblemente porque el material del diseño emocional fue parte de la instrucción de la tarea de aprendizaje que ayudó de forma visual a ordenar el procesamiento esencial para estudiantes avanzados. Por lo general los expertos superan a los principiantes independiente del formato de la instrucción aplicado, pero estos expertos pueden tener un desempeño inferior al de otros expertos que aprende un nuevo material (Kalyuga, 2017). Los expertos con el desempeño inferior pasan a ser expertos novatos y los otros expertos avanzados.

El diseño benefició al grupo avanzado en el desarrollo de la comprensión, se cumplió la (H2). El diseño emocional impone una carga cognitiva extraña a los alumnos y tienen un mayor efecto facilitador en los alumnos novatos en el desarrollo de la comprensión como resultado del efecto de inversión de la experticia y los supuestos individuales para el aprendizaje multimedia. Este diseño emocional al elegir los formatos de instrucción facilita que las tareas sean menos estructuradas en aprendizaje multimedia, que no complicó el aprendizaje del grupo avanzado el diseño ayuda no solo a los

principiantes sino también a los avanzados para que los alumnos desarrollen habilidades de análisis.

El efecto de inversión de la experticia no se produjo porque el entorno de aprendizaje es menos estructurado, los resultados sugieren que la tarea de aprendizaje para la comprensión incluye el proceso cognitivo más complejo (Chiu et al., 2017). El diseño motiva a los aprendices, pero la carga cognitiva extraña consume una gran capacidad cognitiva que no es suficiente para los procesos de aprendizaje generativo (Chiu et al., 2020). Para el grupo avanzado, los beneficios del diseño emocional no les afecta y consumen menos recursos cognitivos. Los resultados de este estudio en la prueba de la comprensión son superiores para los avanzados.

(H3) El diseño emocional hacen que los materiales de aprendizajes sean más divertidos. El diseño emocional proporcionó un material divertido induciendo la motivación intrínseca al proceso de aprendizaje de los grupos con el diseño. Este resultado contribuye con los hallazgos de las investigaciones de la aplicación de diseños emocionales en el aprendizaje (Chiu et al., 2017; Plass y col, 2014). Mencionan que un diseño emocional no favorece el desarrollo de la comprensión de los estudiantes avanzados porque diseño consume la capacidad de la memoria de trabajo en comparación con un estado emocional neutral (Kalyuga, 2007, 2014).

Los resultados de la investigación aportan con la teoría cognitivo-afectiva del aprendizaje con medios al indicar cómo un diseño emocional en el aprendizaje multimedia afecta los procesos cognitivos a través de la emoción, la motivación y la atención. Puede no conducir a mejores resultados del aprendizaje por ejemplo en la prueba de comprensión de los aprendices novatos obtuvieron las medias más bajas en relación con los estudiantes



avanzados, pero en la prueba del recuerdo los estudiantes novatos con diseño obtuvieron un promedio alto que puede ser porque esta motivados por el diseño emocional.

Los principios del diseño emocional y la experticia del alumno sugieren que un solo diseño emocional no puede atender de manera efectiva a los estudiantes con diferentes niveles de experticia (Chiu, 2017; Kalyuga, 2007; Mayer, 2021). Estos diseños emocionales deben ser parte de la instrucción tanto para el estudiante aprendices novatos y avanzados para evitar que sean material decorativo que producirá una carga extraña a los estudiantes. Para diseñar la multimedia hay que tener en cuenta las características individuales más importantes de los estudiantes que al crear un ambiente personalizado del diseño emocional puede satisfacer las necesidades únicas de las personas diferenciadas o la situación de aprendizaje (Endres et al., 2020; Uzun y Yildirim, 2018).

Se recomienda a los docentes de matemáticas diseñar el material multimedia utilizando la combinación de las formas similares a caras y colores cálidos, tener en cuenta la experticia del alumno. El diseño emocional beneficiará a todos los alumnos en el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden inferior, como recordar, identificar. Según Wirawan et al. (2020), cuando el video es explicativo del material puede aumentar el interés por el aprendizaje, la creatividad y cambios de actitud en las lecciones de matemáticas.

El desarrollo de la fase experimental de la investigación con las herramientas virtuales de plataforma Zoom, no garantizan que los estudiantes prestaron toda su atención al observar los videos porque en cada uno de los hogares de los participantes no prestaron

las condiciones de un ambiente adecuado para que el estudiante pueda completar las evaluaciones sin interrupciones.

Este estudio apoya al uso del diseño emocional para motivar tanto a los estudiantes novatos como avanzados a esforzarse para alcanzar los aprendizajes significativos y fortalecer las habilidades del primer orden que se las pone en práctica en el diario vivir. Se necesita realizar más investigaciones para apoyar y ampliar los hallazgos para comprender como la experticia del alumno y la efectividad del diseño emocional benefician a los estudiantes aprender.

## Referencias

- Chiu, T., & Mok, I. (2017). Learner expertise and mathematics different order thinking skills in multimedia learning. *Computers and Education, 107*, 147–164.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.01.00>
- Chiu, T., Jong, M., Yung, & Mok, I. (2020). Does learner expertise matter when designing emotional multimedia for learners of primary school mathematics? *Educational Technology Research and Development, 68*(5), 2305–2320.  
<https://doi.org/10.1007/s11423-020-09775-4>
- Chung, S., & Cheon, J. (2020). Emotional design of multimedia learning using background images with motivational cues. *Journal of Computer Assisted Learning, 36*(6), 922–932. <https://doi.org/10.1111/jcal.12450>
- D’Mello, S., & Graesser, A. (2010). Multimodal semi-automated affect detection from conversational cues, gross body language, and facial features. *User Modeling and User-Adapted Interaction, 20*(2), 147–187. <https://doi.org/10.1007/s11257-010-9074-4>
- Heidig, S., Müller, J., & Reichelt, M. (2015). Emotional design in multimedia learning: Differentiation on relevant design features and their effects on emotions and learning. *Computers in Human Behavior, 44*(March), 81–95.  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.009>
- Iskandar, A., Rizal, M., Kurniasih, N., Sutiksno, D. U., & Purnomo, A. (2018). The Effects of Multimedia Learning on Students Achievement in Terms of Cognitive Test Results. *Journal of Physics: Conference Series, 1114*(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1114/1/012019>
- Kalyuga, S. (2007). Expertise reversal effect and its implications for learner-tailored

- instruction. *Educational Psychology Review*, 19(4), 509–539.  
<https://doi.org/10.1007/s10648-007-9054-3>
- Kalyuga, S. (2017). 24 *The Expertise Reversal Principle in Multimedia Learning*. 576–597.
- Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (1998). Levels of expertise and instructional design. *Human Factors*, 40(1), 1–17. <https://doi.org/10.1518/001872098779480587>
- Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2000). Incorporating learner experience into the design of multimedia instruction. *Journal of Educational Psychology*, 92(1), 126–136.  
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.1.126>
- Kalyuga, S., & Kalyuga, S. (2010). Managing Cognitive Load in Interactive Multimedia. In *Managing Cognitive Load in Adaptive Multimedia Learning*.  
<https://doi.org/10.4018/978-1-60566-048-6.ch007>
- Kalyuga, S., Law, Y., & Lee, C. (2013). Expertise reversal effect in reading Chinese texts with added causal words. *Instructional Science*, 41(3), 481–497.  
<https://doi.org/10.1007/s11251-012-9239-0>
- Kumar, J., Muniandy, B., & Wan Yahaya, W. (2019). Exploring the effects of emotional design and emotional intelligence in multimedia-based learning: an engineering educational perspective. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 25(1–2), 57–86.  
<https://doi.org/10.1080/13614568.2019.1596169>
- Rajendra, M., & Sudana, M. (2018). The Influence of Interactive Multimedia Technology to Enhance Achievement Students on Practice Skills in Mechanical Technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 953(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/953/1/012104>
- Malik, S., & Agarwal, A. (2012). Use of Multimedia as a New Educational Technology

- Tool–A Study. *International Journal of Information and Education Technology*, 2(5), 468–471. <https://doi.org/10.7763/ijiet.2012.v2.181>
- Mayer, R. (2021). Multimedia learning. *BMJ*, 329(7477), 1270. <https://doi.org/10.1136/bmj.329.7477.1270-c>
- Moreno, R. (2006). Does the modality principle hold for different media? A test of the method-affects-learning hypothesis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(3), 149–158. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00170.x>
- Moreno, R. (2010). Cognitive load theory: more food for thought. *Instructional Science*, 38(2), 135–141. <https://doi.org/10.1007/s11251-009-9122-9>
- Moreno, R., & Mayer, R. (2007). Interactive multimodal learning environments: Special issue on interactive learning environments: Contemporary issues and trends. *Educational Psychology Review*, 19(3), 309–326. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2>
- Navratil, S., Köhl, T., & Heidig, S. (2018). Why the cells look like that - The influence of learning with emotional design and elaborative interrogations. *Frontiers in Psychology*, 9(SEP), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01653>
- Noor-Ul-Amin, S. (2013). An Effective use of ICT for Education and Learning by Drawing on Worldwide Knowledge , Research , and Experience : ICT as a Change Agent for Education. *Department Of Education University of Kashmir*, 1(1), 1–13.
- Park, B., Flowerday, T., & Brünken, R. (2015). Cognitive and affective effects of seductive details in multimedia learning. *Computers in Human Behavior*, 44, 267–278. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.10.061>
- Pintrich, P., & De Groot, E. (2003). A Motivational Science Perspective on the Role of

- Student Motivation in Learning and Teaching Contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667–686. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.667>
- Plass, J., Heidig, S., Hayward, E., Homer, B., & Um, E. (2014). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction*, 29, 128–140. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.02.006>
- Plass, J., & Kaplan, U. (2016). Emotional Design in Digital Media for Learning. In *Emotions, Technology, Design, and Learning* (Issue October). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-801856-9.00007-4>
- PPT. 2019. ERCE 2019. Resultados Aprendizajes. (n.d.).
- Raden, W., Muhammad, A., & Rini. S., (2020). Aprendizaje interactivo de matemáticas basado en medios de comunicación, *Revista de investigación en tecnología educativa*.(3). 75-83.
- Schunk, D. (2012). *Teorías del aprendizaje : Una perspectiva educativa*.(6ta. ed.). Pearson Educación.
- Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: Recent theoretical advances. *Cognitive Load Theory*, 9780521860(May), 29–47. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511844744.004>
- Sweller, J., Kirschner, P., & Clark, R. (2007). Why minimally guided teaching techniques do not work: A reply to commentaries. *Educational Psychologist*, 42(2), 115–121. <https://doi.org/10.1080/00461520701263426>
- Um, E., Plass, J., Hayward, E., & Homer, B. (2012). Emotional Design in Multimedia Learning. *Journal of Educational Psychology*, 104(2), 485–498. <https://doi.org/10.1037/a0026609>
- Wolfson, S., & Case, G. (2000). Effects of sound and colour on responses to a computer

game. *Interacting with Computers*, 13(2), 183–192. [https://doi.org/10.1016/S0953-5438\(00\)00037-0](https://doi.org/10.1016/S0953-5438(00)00037-0)

Wong, R., & Adesope, O. (2021). Meta-Analysis of Emotional Designs in Multimedia Learning: A Replication and Extension Study. *Educational Psychology Review*, 33(2), 357–385. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09545-x>

Zambrano, J. y Yaguarema, M. (2021). Estrategias de enseñanza efectivas para los tiempos de y pospandemia. *YACHANA Revista Científica*, 10(2), 40–55.  
<https://www.researchgate.net/publication/352227201>

Zambrano, J. y Bravo, A. (2021). El principio de coherencia en el aprendizaje de las matemáticas de los estudiantes de EGB.