



## VÍDEOS EN YOUTUBE SOBRE EL TEOREMA DE PITÁGORAS: Análisis Didáctico de Pertinencia de Contenidos Audiovisuales

JOSÉ ESQUIVEL-GRADOS<sup>1</sup>

jesquivel@unjfsc.edu.pe

SHEYLA BASILIO-REYES<sup>1</sup>

0667221001@unjfsc.edu.pe

RAÚL MARTÍNEZ-ZOCÓN<sup>2</sup>

rmartinez@unitru.edu.pe

EDWAR BASILIO-LOVATÓN<sup>3</sup>

ebasiliol@drelp.gob.pe

<sup>1</sup>Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Trujillo, Perú

<sup>3</sup> Dirección Regional de Educación de Lima Provincias, Perú

---

### PALABRAS CLAVE

Pertinencia  
Teorema de  
Pitágoras  
Aprendizaje  
informal  
Contenido  
audiovisual  
Análisis didáctico.

---

### RESUMEN

*El artículo sintetiza los hallazgos de una investigación cuyo propósito fue efectuar el análisis didáctico de pertinencia de contenidos audiovisuales de videos en YouTube sobre el teorema de Pitágoras, según el enfoque mixto. Para datos cuantitativos se recurrió al análisis descriptivo y en caso de cualitativos, al análisis de discurso. Se encontró que, en general los videos presentan diseños que no evidencian el uso de elementos conceptuales (punto, línea y plano), visuales (color, tamaño, textura, contraste) y relacionales, considerando el espacio; así como un deficiente uso del lenguaje formal, escasez de aplicaciones y casos contextualizados, fuentes y recursos para la retroalimentación del aprendizaje, los que ponen en riesgo un óptimo aprendizaje informal, lo que contrasta con la atención prestada a los saberes previos.*

---

Received: 09 / 02 / 2024

Accepted: 11 / 03 / 2024

## 1. Introducción

En la sociedad de la información se han generado opciones paralelas de aprendizaje, llevando a los actores educativos a buscar recursos para complementar sus actividades formativas y lograr los propósitos del aprendizaje formal, recurriendo a las redes sociales que han alcanzado popularidad en la población y en el caso de jóvenes su uso va desde la comunicación hasta la búsqueda de información para su formación o solaz (López-de-Ayala et al., 2020). Justo, en lo referente a las redes, Gupta & Bashir (2018) han identificado su uso en la socialización, la información, el entretenimiento y la educación; en tanto que Pires et al. (2021) han identificado para YouTube usos: "radiofónico, televisivo, social, productivo y educativo". En el caso de las redes sociales en educación, distintos estudios indican que es posible establecer ambientes de aprendizaje superando barreras espacio temporales (Fonseca-Peso et al., 2020), lo que configura maneras de uso de la información en cualquier momento de la vida, así como combinando la información de diversos canales (Ramires-Lima et al., 2020), que genera la innovación didáctica mediante interacciones periféricas y emergentes (Greenhow & Chapman, 2020).

Redes sociales, como YouTube, permiten la divulgación de videos que son consultados por estudiantes de diferentes niveles educativos y áreas del conocimiento, llegando a involucrar diversos sentidos que permiten mejores logros del aprendizaje, pero que representan un porcentaje reducido a aquellos dedicados al entretenimiento (McGrady et al., 2023). La teoría del aprendizaje multimodal refiere que la integración de modos de representación, como texto, imagen y sonido, puede mejorar la comprensión y retención de la información (Mayer, 2020); asimismo, esta teoría se basa en la premisa de que el cerebro procesa la información de manera más eficiente si usa más de un canal sensorial a la vez, como ocurre con los videos.

Vera & Moreno (2021) encontraron que estudiantes identifican a YouTube como un sitio alterno de aprendizaje, lo que demanda que debería implementarse como un medio en la educación formal, previa evaluación de contenidos de los videos que en esta red se propalan. Colás-Bravo & Quintero-Rodríguez (2022), en su estudio para "descubrir las valoraciones de las características de YouTube como medio de aprendizaje informal", encontraron que los encuestados enfatizan en aspectos instrumentales como "el aprendizaje rápido y la adaptación del aprendizaje a tiempos y espacios deseados", y aspectos pedagógicos como "el uso de dispositivos móviles como mediadores del aprendizaje (mlearning), su personalización mediante la elección del instructor y la exploración de diversas formas". Factores como el establecimiento de entornos de aprendizaje, transposición a la práctica del conocimiento aprendido y el acceso a ingentes volúmenes de información han traído consigo una revolución en la acción didáctica (Martínez-Domingo et al., 2021; Al-Ahmad; Obeidallah, 2019).

Las redes sociales en la actualidad se han convertido en recursos de aprendizaje y, desde el 2020, YouTube es explícitamente una de las opciones didácticas innovadoras (Martínez-Domingo et al., 2021). Los videos de YouTube se han convertido en una de las herramientas más usadas para el aprendizaje informal (Colás-Bravo & Quintero-Rodríguez, 2022), que se usan para complementar el aprendizaje de la clase. Pero, ¿son pertinentes los contenidos audiovisuales de los videos en YouTube que están al alcance de los estudiantes? Como indica Monroy (2024) "su uso debe ser planificado y evaluado cuidadosamente para garantizar su efectividad en el proceso de enseñanza y aprendizaje" (p. 126). Para responder la pregunta en un tema de Matemática, el estudio tuvo como propósito analizar la pertinencia de contenidos audiovisuales de videos de YouTube orientados al aprendizaje del teorema de Pitágoras.

### 1.1. Marco teórico

La pertinencia es un concepto esencial asociado a la selección de información que realmente se necesita. No es inherente a la misma información: tiene que ver con su relevancia para las demandas de información. Se establecen criterios para el análisis de contenidos audiovisuales de videos en línea referentes a su estructura, contenido temático, metodología y comunicación.

#### a) Estructura de los videos

El uso de videos es un elemento fundamental que mejora la efectividad del proceso didáctico (Guijosa, 2018). El diseño estructural claro y coherente del video facilita la organización y secuencia lógica de la información, lo cual es crucial para promover la comprensión y la retención de contenidos. Mayer et al. (2020) refieren que la estructura de un video debe facilitar la segmentación de la información en bloques manejables y coherentes que ayuden al estudiante a procesar y asimilar el

conocimiento de manera efectiva. La estructura debe permitir la navegación intuitiva a través del contenido, facilitando la revisión y el repaso de conceptos específicos cuando sea necesario. La estructuración también debe considerar la integración de elementos multimedia de manera que se apoyen mutuamente y no generen sobrecarga cognitiva (Moreno & Mayer, 2007). Esto implica el uso de gráficos, textos y animaciones en una disposición que respete el principio de contigüidad espacial y temporal, es decir, que la información asociada debe presentarse de forma cercana, tanto en el espacio como en el tiempo, para maximizar la comprensión del contenido (Domínguez et al., 2018).

La calidad estética de gráficos y animaciones en videos educativos juega un rol vital en la captación de la atención del estudiante y en la comprensión de conceptos complejos, de ahí que los diseños deben ser atractivos visualmente y funcionales en términos didácticos. Según Liu & Elms (2019), la estética de gráficos y animaciones pueden optimizar el aprendizaje aumentando el interés, mejorando la comprensión, facilitando el aprendizaje flexible según cada ritmo y proporcionando una opción respecto de los materiales didácticos convencionales. Aspectos clave de la calidad estética son claridad y precisión en la representación visual de conceptos; Mayer et al., 2020). Además, la calidad técnica de los videos, incluyendo la claridad de las imágenes y del audio, es fundamental para evitar distracciones y garantizar que el estudiante pueda concentrarse en el contenido didáctico sin interrupciones. Como concluye Yang et al. (2022), “una alta claridad de video es más ventajosa para el aprendizaje, y una baja claridad de video es fácil de causar un nuevo efecto, conocido como efecto de oclusión visual (VOE), que afecta significativamente la eficiencia del aprendizaje” (p. 201) y Kurniawan et al. (2022) refieren que un buen diseño visual en los videos contribuye significativamente a crear una experiencia de aprendizaje más efectiva y agradable. Los elementos visuales deben diseñarse para que guíen la atención a aspectos sustanciales del contenido y permitan construir conexiones significativas entre conceptos; esto evitará que pronto se deje de visualizar el video.

La relación de textos y figuras geométricas es importante en la comprensión del tema. Los textos deben complementar y explicar las figuras geométricas, proporcionando un contexto verbal que ayude a interpretar y comprender las representaciones visuales. Estudios de seguimiento ocular (Persson et al., 2019) han evidenciado que los observadores se centran en los subtítulos y el texto escrito de los videos, con un retraso significativo antes de centrar su atención en lo gráfico, lo que hace hincapié en la importancia de una sincronización adecuada entre elementos visuales y verbales para un aprendizaje eficaz, lo cual es fundamental para la comprensión de conceptos matemáticos. Makhlof & Iñigo (2022) concluyen que la imagen “necesita ser congruente en su contenido textual, visual y auditivo, para que el producto tenga unidad de sentido y sea claro y preciso para un lector-observador en específico”. (p. 18)

La legibilidad y distribución de los textos en los videos son factores críticos que afectan la accesibilidad y comprensibilidad de la información. Lange & Costley (2020) refieren que, “los problemas de tamaño del texto incluyen casos en los que el tamaño de fuente es demasiado pequeño, lo que hace que el texto entregado en situaciones de instrucción sea ilegible, lo que afecta negativamente los niveles de comprensión” (p. 4). Un diseño apropiado facilita la lectura y ayuda a procesar la información y a enfocar las ideas clave. Makhlof & Iñigo (2022) refieren que en la producción de materiales audiovisuales “influye en la presentación, el movimiento de las imágenes, sus transiciones y la secuencia como están presentadas” (p. 5). Como alude Hidayah (2023), colores e imágenes en videos puede ayudar a imaginar materiales abstractos. Otra herramienta para clarificar el mensaje es la señalización, que dirige la atención a elementos específicos, lo que puede reducir la carga cognitiva superflua al ayudar al novel a identificar qué elementos son importantes; asimismo, se puede aumentar la carga cognitiva relevante al enfatizar en la organización y conexiones en la información presentada (Brame, 2016).

### b) Contenido temático en los videos

La calidad del contenido en videos es un factor determinante para su efectividad en el aprendizaje, particularmente de temas matemáticos, donde lograr la comprensión conceptual y aplicación son esenciales. Por eso, se debe presentar la información clara y precisa que facilite la comprensión y aplicación de lo aprendido en diferentes contextos; por eso, se debe evitar exceso de información y centrarse en los conceptos clave. Luby y Southern (2022) enfatizan que la claridad y concisión en la comunicación de temas académicos es fundamental para mejorar la comprensión, el interés y el compromiso. Asimismo, Mayer (2021) ha demostrado que: “El lenguaje personalizado pretende ayudar al alumno a sentir que el instructor está trabajando con él, lo que puede generar una mayor motivación para esforzarse por entender lo que dice” (p. 243); principio que Mayer denominó “principio de personalización”. La relevancia de crear videos educativos concisos ha sido subrayada por múltiples estudios; Pattier (2022) señala que los usuarios de YouTube suelen buscar soluciones específicas para

sus dudas, particularmente en temas de Matemática, y prefieren videos que vayan directo al punto sin factores externos que puedan distraer y una óptima explicación que solucione sus dudas.

El uso de conocimientos previos es fundamental para facilitar la comprensión de nuevos conceptos, ya que permite a los estudiantes relacionar la nueva información con lo que ya saben (Ausubel, 1978). Los videos educativos deben construir sobre los conocimientos existentes de los estudiantes, proporcionando un contexto que facilite la integración de la nueva información y su aplicación en diferentes situaciones. Li (2018) encontró que estudiantes con alto nivel de conocimientos previos usaron más frecuentemente estrategias de visualización para optimizar la comprensión de los temas estudiados. Este enfoque se basa en la teoría constructivista del aprendizaje, donde el estudiante aprende mejor si puede conectar la nueva información con los saberes previos. Con el uso de conceptos y experiencias directas, los videos pueden ayudar al estudiante a establecer conexiones que mejoren su comprensión y retención de la información.

La precisión en la sintaxis matemática es clave en el aprendizaje de temas matemáticos. Los videos deben presentar teoremas, algoritmos y conceptos usando un lenguaje matemático preciso y correcto, evitando errores que conduzcan a confusiones. El correcto uso de la sintaxis matemática incluye la correcta notación y claridad en la presentación de fórmulas, ecuaciones, etc., cuya importancia la presentan Kulgemeyer & Wittwer (2023) en sus resultados referentes a que estudiantes que ven videos explicativos con conceptos erróneos pueden desarrollar ilusión de comprensión. Y los contenidos contextualizados son esenciales para reforzar el aprendizaje y facilitar la transferencia de conocimientos.

### c) Comunicación en los videos

La comunicación efectiva con videos educativos es un componente esencial para asegurar que el estudiante comprenda y retenga la información presentada. En la enseñanza de la Matemática es crucial que los videos transmitan conceptos de manera clara y precisa, usando una combinación de textos, signos, figuras, y adecuada secuencia lógica de contenidos. Una explicación efectiva en los videos se basa en el uso de textos, signos y figuras que faciliten la comprensión de conceptos. Según Mayer (2020), con su "principio multimedia", el aprendizaje se mejora significativamente si se combinan adecuadamente elementos visuales y textuales, ya que esto permite al estudiante procesar la información de manera más completa y efectiva; combinación de elementos ayuda a representar conceptos abstractos de manera concreta.

El uso de símbolos y gráficos es esencial en el aprendizaje de temas matemáticos a través de videos, por eso deben presentarse de manera consistente y clara, asegurando que el estudiante comprenda el tema y lo aplique en diferentes contextos. Los símbolos deben introducirse y explicarse de manera que el estudiante entienda su función y cómo se relacionan con otros conceptos. Además, es importante que los gráficos de los videos sean precisos y estén bien diseñados para evitar confusiones; deben alinearse con el texto y otros elementos visuales para proporcionar una representación coherente de la información. Por ejemplo, el uso de gráficos dinámicos puede facilitar la comprensión de temas matemáticos, como el teorema de Pitágoras, al permitir que el estudiante manipule y explore los conceptos visualmente. Silva et al. (2022) concluyen sobre el lenguaje visual en los videos que puede "ayudar a sistematizar los conocimientos y a visualizar mejor los contenidos matemáticos". (p. 14)

Puga et al. (2016) refieren que "el lenguaje matemático permite interrelacionar el lenguajes formal y abstracto con el natural, a través de principios y reglas mismas que se describen brevemente" (p. 207); de ahí que, la relación entre lenguaje matemático y lenguaje común facilitan la comprensión de conceptos complejos, conectando el lenguaje formal con hechos y términos cotidianos. Esta conexión ayuda al estudiante a ver la relevancia de los temas matemáticos en la vida diaria y a comprender cómo se pueden aplicar en diferentes contextos. Esto es especialmente importante en la enseñanza al estudiante que puede tener dificultades con el lenguaje formal o que pueden sentirse intimidados por la complejidad de los conceptos matemáticos. Respecto a la animadversión del estudiante por la Matemática, Puga et al. (2016) señalan que esta dificultad "se puede mejorar, aplicando entre otras cosas recursos didácticos que vayan en función de adquirir aprendizajes reales y contextualizados" (p. 207). La secuencia del video debe ser clara y lógica, facilitando la comprensión progresiva del tema; por eso, debe estar diseñado de manera que cada nuevo concepto se base en los saberes previos (Ausubel, 1978) y que la progresión de la información sea fácil de seguir, debiendo incluir la introducción de conceptos básicos antes de avanzar a temas más complejos y la revisión de conceptos clave para reforzar el aprendizaje y optimizar la comprensión y asimilación de la nueva información.

#### d) Metodología en los vídeos

La metodología de los vídeos debe fomentar un aprendizaje activo y significativo. Los efectos visuales y sonoros deben captar y mantener la atención del estudiante. La incorporación de elementos visuales como gráficos dinámicos y animaciones, así como efectos sonoros que refuerzen la información presentada, puede enriquecer la experiencia de aprendizaje, ya que ayudan a explicar conceptos complejos; pues, “los vídeos animados no sólo son beneficiosos para mejorar los conocimientos de los alumnos sobre temas matemáticos, sino que también son divertidos y eficaces para mejorar la resolución de problemas matemáticos” (Nasution & Lailia, 2023, p. 1353). Los vídeos deben incluir elementos que despierten curiosidad e interés, aplicaciones que demuestren cómo los temas matemáticos pueden utilizarse en situaciones reales. Esto facilita la transferencia del conocimiento y aumenta la motivación del estudiante por la utilidad de lo aprendido, si se recurre a un lenguaje personalizado (Mayer, 2021).

Fomentar la interactividad es decisivo para el aprendizaje porque permite al estudiante participar activamente en el proceso didáctico; debiéndose incluir en los vídeos preguntas interactivas, ejercicios y actividades que fomenten la reflexión y aplicación de lo aprendido, mantener el interés y mayor comprensión y retención de la información. Así, los vídeos pueden incluir preguntas y respuestas para que el estudiante pueda poner a prueba su comprensión y recibir la retroalimentación necesaria (Espinoza, 2021). Asimismo, los recursos didácticos de apoyo son importantes para reforzar el aprendizaje y proporcionar al estudiante oportunidades para explorar y comprender el contenido. Los vídeos deberían estar acompañados de materiales adicionales, como ejercicios interactivos y lecturas adicionales, que enriquezcan la experiencia de aprendizaje. Estos recursos deben orientarse a desarrollar autonomía en el aprendizaje, permitiendo explorar y comprender temas según cada ritmo.

La secuencia didáctica es clave considerando que genera condiciones para lograr aprendizajes significativos (Cristaldo, 2023). Según la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia, Mayer (2014) refiere que los vídeos contribuyen con la selección de palabras relevantes del texto y de imágenes relevantes de los gráficos mostrados; la organización de palabras elegidas y de imágenes en una representación coherente; la integración de representaciones gráficas y verbales con los saberes previos (Ausubel, 1978); por lo que, el adecuado diseño del vídeo resulta un imperativo. Godino et al. (2007) presenta criterios de idoneidad en el proceso didáctico con recursos audiovisuales: epistémica, cognitiva, interaccional, mediática/recursos, emocional y ecológica; en tanto que, Romero et al. (2017) establecen criterios de selección de vídeos para establecer referencias para su producción: curriculares; técnicos, estéticos y expresivos; didácticos; y, accesibilidad.

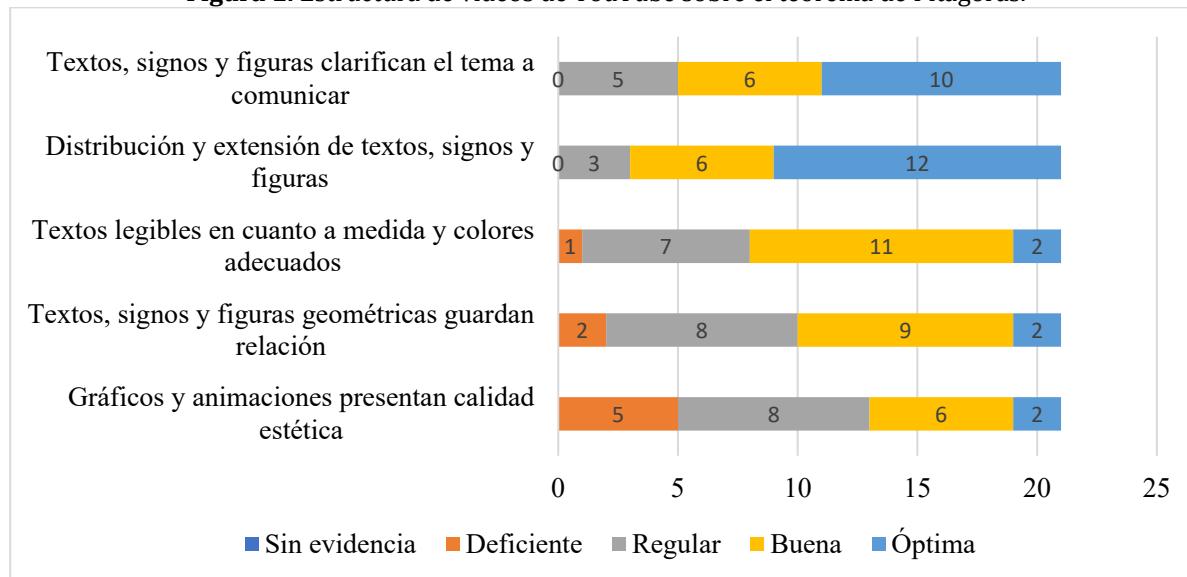
## 2. Metodología

El estudio se realizó desde una metodología de enfoque mixto. Se parte de la contextualización del marco teórico que atiende cuestiones relativas a la elaboración de una ficha ad hoc que busca la obtención de datos cuantitativos y cualitativos a partir de los vídeos seleccionados en YouTube para el respectivo análisis. Se recurrió al muestreo discriminativo, asociado con la codificación selectiva, para el establecimiento de relaciones de categorías. Se visualizó un total de 21 vídeos, luego de alcanzar la saturación (Martínez-Salgado, 2012; Ortega, 2020).

La muestra de vídeos se seleccionó considerando criterios de inclusión: contar con sonido, haber sido propalados en idioma español en el periodo 2017-2024 y que tengan una duración desde 4 hasta 12 minutos; no se discriminaron los vídeos por lugar de procedencia, y nivel de educación, edad, ni género del youtuber. Para los datos cuantitativos, obtenidos de la visualización de los vídeos, se usó el análisis descriptivo y para los cualitativos, obtenidos de trasladar el discurso hablado de los vídeos a textos en Word, se recurrió al análisis del discurso.

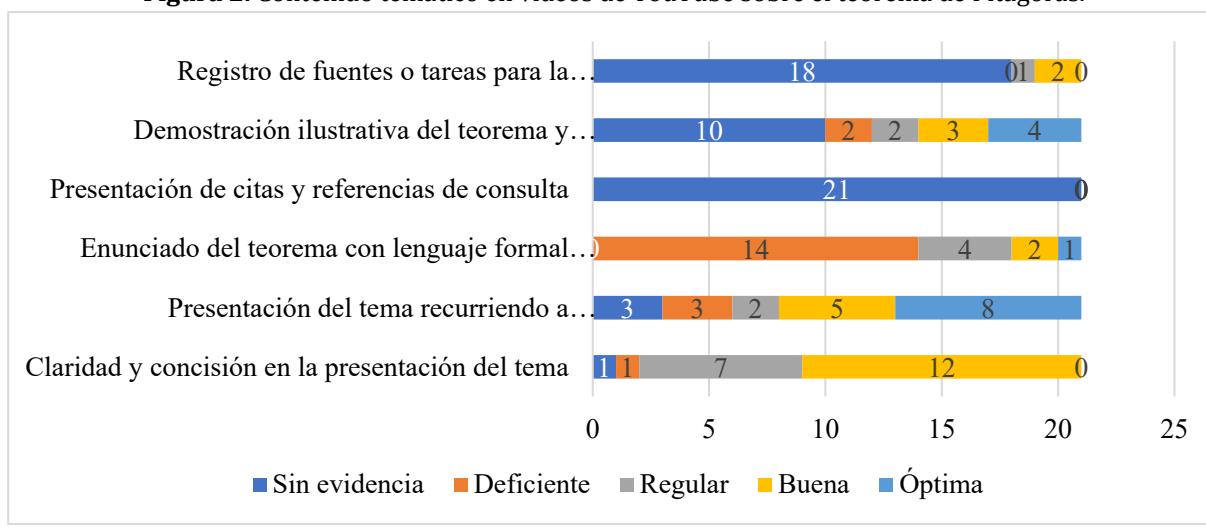
## 3. Resultados y discusión

En seguida, se presenta los resultados del procesamiento de datos obtenidos de observar la estructura, contenido temático, comunicación y metodología de los vídeos.

**Figura 1.** Estructura de vídeos de YouTube sobre el teorema de Pitágoras.

Fuente. Elaboración propia, 2024

Los vídeos de YouTube relativos al Teorema de Pitágoras, por ser herramienta de apoyo en el aprendizaje informal, la mayor frecuencia en cuanto a gráficos y animaciones presente estructura no es uniforme, ya que va de deficiente a buena; mientras que en cuanto a la relación de textos, signos y figuras presentan una estructura regular o buena, repitiéndose estas valoraciones en el caso de la legibilidad de textos en cuanto a medidas y colores, lo que contribuye en el aprendizaje (Guijosa, 2018). Las mayores frecuencias en cuanto a la relación de textos, signos y figuras corresponden a regulares o buenas, resultados que mejoran en lo concerniente a la legibilidad de los textos en lo referente a medida y colores adecuados que corresponde a frecuencias buenas u óptimas. En general, en cuanto a la estructura los vídeos visualizados no son lo suficientemente pertinentes, por no responder a propósitos curriculares, responden al interés de quienes los diseñan sin criterio técnico, por eso en general no hacen un uso conveniente de elementos conceptuales (punto, línea y plano), visuales (color, tamaño, textura, contraste) y relacionales considerando el espacio, los que optimizan el diseño para mejorar el aprendizaje; ya que las limitaciones del vídeo pueden inducir una transposición didáctica deficiente, lo que el estudiante puede evitarlo al pedir ayuda al docente que le sugiera vídeos confiables sobre el tema, considerando que las tecnologías han revolucionado la acción didáctica y forman parte de las experiencias de aprendizaje (Martínez-Domingo et al., 2021). Los aspectos referentes a la estructura de los vídeos lo convierten en recursos con suficiente pertinencia para contribuir con el aprendizaje del teorema de Pitágoras.

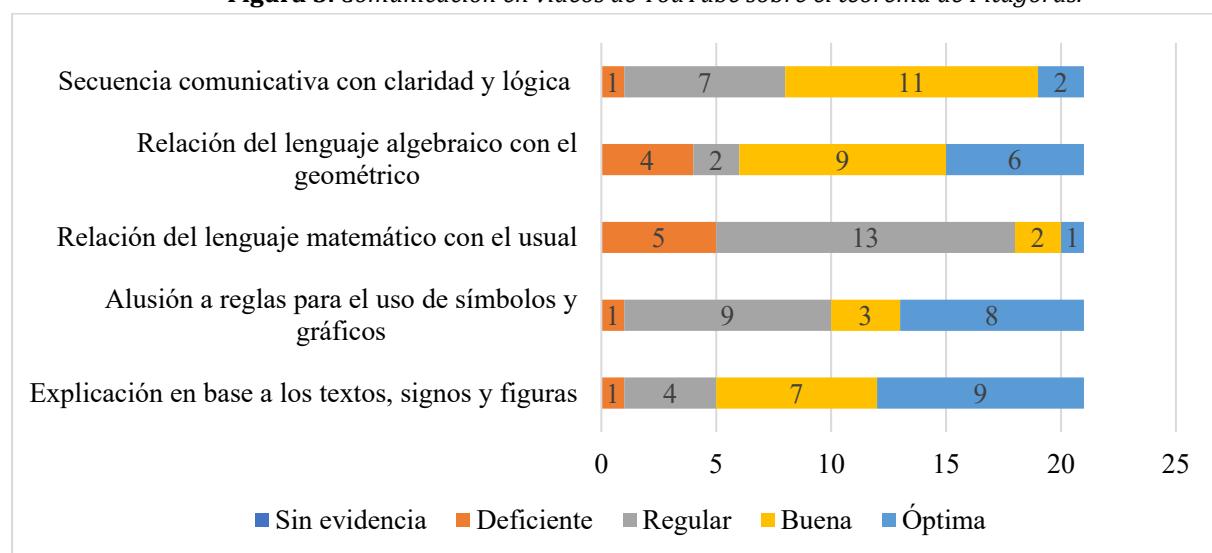
**Figura 2.** Contenido temático en vídeos de YouTube sobre el teorema de Pitágoras.

Fuente. Elaboración propia, 2024

Si bien la mayor frecuencia indica que los vídeos muestran el teorema de Pitágoras con concisión y claridad por las figuras que se presentan y porque se recurre a poner en evidencia conceptos previos (Ausubel, 1978), más no hay precisión suficiente al momento de enunciar el teorema, que es deficiente en el uso de conceptos matemáticos. El teorema se puede enunciar usando lenguaje natural con el algebraico o con el geométrico, o prescindiendo de éstos. Para el primer caso: "Dado cualquier triángulo rectángulo cuyos lados miden  $a$ ,  $b$  y  $c$ , siendo  $c$  del lado opuesto al ángulo recto:  $a^2 + b^2 = c^2$ " (Strathern, 1999, p. 9) y para el segundo: "En todo triángulo rectángulo, la longitud de su hipotenusa al cuadrado es igual a la suma de los cuadrados de las longitudes de sus catetos" o "en todo triángulo rectángulo se cumple que, la suma de los cuadrados de las longitudes de sus catetos es igual al cuadrado de la longitud de su hipotenusa", destacando la relación en términos algebraicos; sin embargo, con lenguaje natural y geométrico puede enunciarse así: "En todo triángulo rectángulo, el área de la región limitada por el cuadrado construido sobre la hipotenusa es igual a la suma de las áreas de las regiones limitadas por los cuadrados construidos sobre los catetos" o también "En todo triángulo rectángulo, el área del triángulo equilátero construido sobre la longitud de la hipotenusa es igual a la suma de las áreas de los triángulos equiláteros construidos sobre las longitudes de los catetos" (Barreto, 2010, p. 72); más formalmente, área de la región limitada por un triángulo. Sin embargo, en la mayoría de vídeos es deficiente el enunciado del teorema, mencionándose: "En un triángulo rectángulo, el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos", donde "cuadrado de la hipotenusa" (V2, V3, V16) y "cuadrados de los catetos" son expresiones erróneas, pues la hipotenusa y los catetos son segmentos, y no admiten cuadrado, lo que está asociado a un número.

Según se aprecia, tampoco se presentan indicios respecto a la ampliación de este teorema (López et al., 2018); es decir, otros casos en que los lados del triángulo no son lados de tres cuadrados sino de otros polígonos semejantes entre sí o de cualquier tipo de figuras, también semejantes (Caballero y Castillo, 2023); resultados que contrastan con la atención a los saberes previos, que son beneficiosos para la comprensión del tema (Li, 2018; Ausubel, 1978). No hay evidencia de citas de las ideas presentadas ni las fuentes respectivas, aspecto que no contribuye con una presentación confiable. Las mayores frecuencias corresponden a presentación no contextualizada del teorema, trayendo consigo desventajas en el aprendizaje (Puga et al., 2016) y como indican las mayores frecuencias, el no remitir a fuentes o hipervínculos descuida la retroalimentación, afectando el aprendizaje (Espinoza, 2021). Todos los aspectos presentados hacen de los vídeos recursos con deficiente pertinencia de contenido temático, por lo que puede afectar el aprendizaje del teorema de Pitágoras.

**Figura 3.** Comunicación en vídeos de YouTube sobre el teorema de Pitágoras.

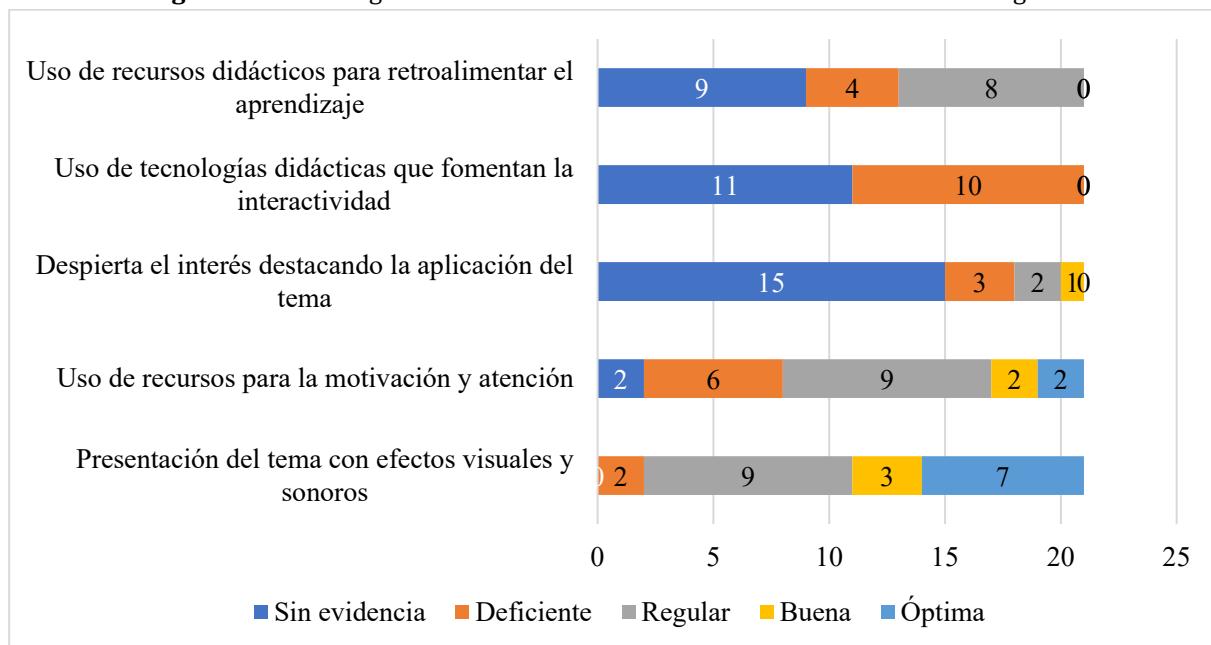


Fuente. Elaboración propia, 2024

Una fortaleza en los vídeos sobre el teorema de Pitágoras observados se refiere a las mayores frecuencias que indican buenas u óptimas explicaciones realizadas en base a los textos, esquemas o figuras, lo que constituye una ventaja para el aprendizaje (Silva et al., 2022); sin embargo, la mayor frecuencia de tales vídeos alude sólo a un uso regular de reglas para el uso de símbolos y gráficos, del mismo modo que es regular la relación entre el lenguaje formal con el natural, relación que no incide favorablemente en el aprendizaje (Puga et al., 2016). Asimismo, las mayores frecuencias aluden una

relación buena u óptima en la comunicación con los lenguajes geométrico y algebraico, del mismo modo las mayores frecuencias muestran que se evidencia una buena o regular secuencia didáctica comunicativa en términos de claridad y lógica, lo que trae ventajas conforme a los planteamientos de Cristaldo (2023) y Luby y Southern (2022). Los aspectos presentados hacen de los videos recursos con elementos comunicativos que, en general, constituyen recursos medianamente pertinentes para el aprendizaje del teorema de Pitágoras.

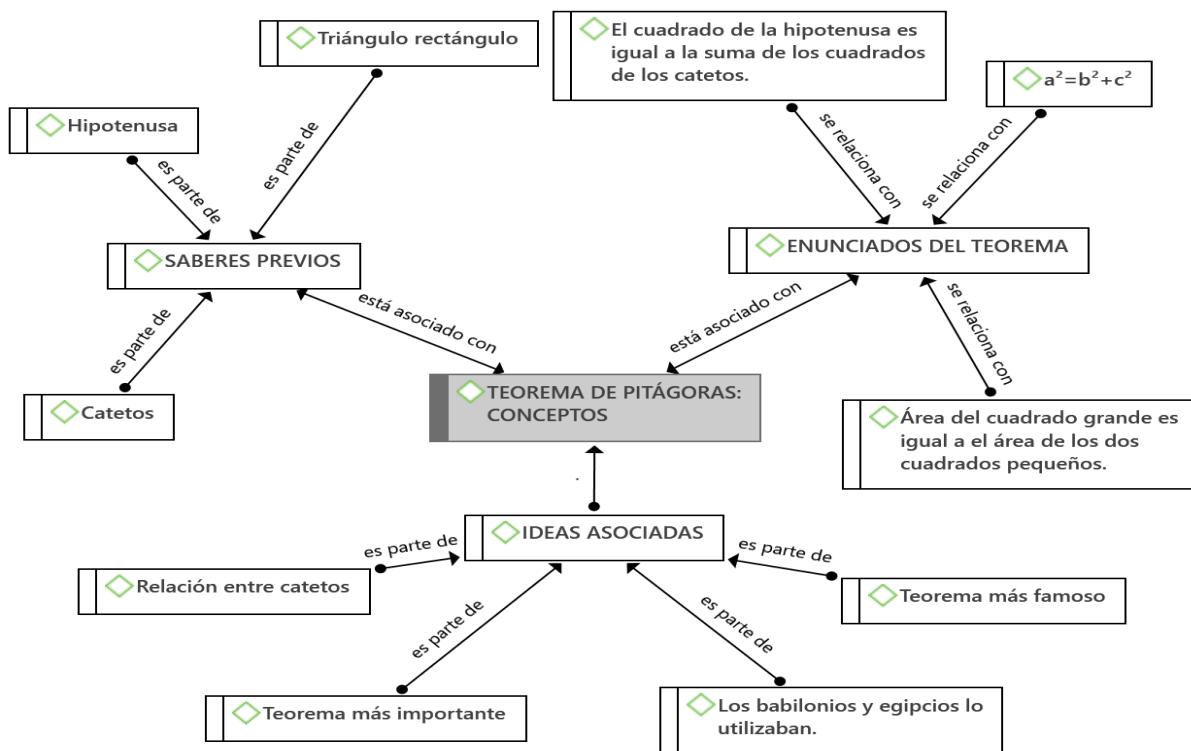
**Figura 4.** Metodología usada en videos de YouTube sobre el teorema de Pitágoras.



Fuente. Elaboración propia, 2024

En la metodología usada en videos de YouTube sobre el teorema de Pitágoras, indica las más altas frecuencias que las presentaciones del tema con efectos visuales y sonoros son regulares u óptimas, pero en cuanto a motivación y atención las mayores frecuencias sólo refieren valoraciones deficientes o regulares, lo que no se corresponde con lo indicado por Mayer (2021). Las mayores frecuencias muestran que no hay evidencias o son deficientes en cuanto a la aplicación del tema, fomento de la interactividad o retroalimentación del aprendizaje, lo que no coadyuva con optimizar la construcción de conocimientos matemáticos (Nasution & Lailia, 2023) ni ayudan con la selección de palabras relevantes de los textos del tema que se presenta, como indica Mayer (2014). Tales aspectos mostrados hacen de los videos recursos sin una metodología adecuada, por lo que, en general, son recursos con metodología deficiente para el logro de un óptimo aprendizaje del teorema de Pitágoras.

A continuación, se presenta un análisis de los contenidos de las transcripciones de los videos de YouTube sobre el teorema de Pitágoras. Por un lado, en lo concerniente a los saberes previos, el enunciado del teorema y algunas ideas asociadas; y, por el otro lado, lo que atañe a demostraciones y aplicaciones.

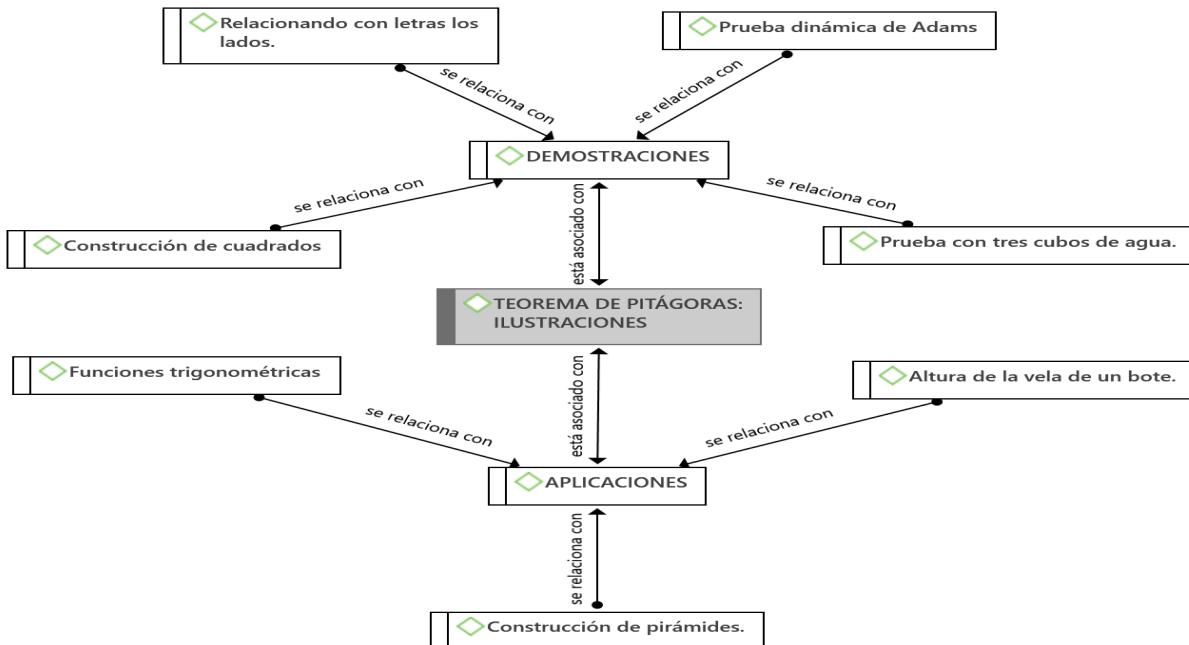
**Figura 5.** Conceptos asociados al teorema de Pitágoras en vídeos de YouTube.

Fuente. Elaboración propia, 2024

En la presentación del teorema de Pitágoras, las mayores frecuencias destacan conceptos previos, enfatizando en el triángulo rectángulo y sus elementos, como se aprecia algunos casos: “Un triángulo es rectángulo cuando uno de sus ángulos interiores es de 90 grados” (vídeo 2-V2, V5, V15, V20); “Es importante reconocer un triángulo rectángulo, pues el teorema de Pitágoras solo es válido para triángulos de este tipo” (V8, V14, V17); “La hipotenusa se encuentra opuesta al ángulo recto. El cateto A y el cateto B son los que forman el ángulo recto” (V3, V6, V13); “El teorema de Pitágoras se aplica para todos aquellos triángulos que contienen un ángulo recto” (V5, V10, V16, V18). Tos ellos son enunciados correctos y pertinentes.

El enunciado del teorema de Pitágoras merece diversas presentaciones, como: “El teorema de Pitágoras establece que el cuadrado de la longitud de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos” (V7, V19); “la hipotenusa al cuadrado es igual a la suma de los catetos al cuadrado” (V8, V16, V20); “en todo triángulo rectángulo, la suma de los cuadrados de los catetos es igual al cuadrado de la hipotenusa” (V9, V18, V21); “Pues el teorema nos dice que la hipotenusa al cuadrado es igual al cateto al cuadrado más el otro cateto al cuadrado” (V10, V16, V19); “En un triángulo rectángulo cuyos catetos miden b y c y cuya hipotenusa mide a, la hipotenusa al cuadrado es igual a la suma de los catetos al cuadrado” (V11, V18, V20). Todas ellas distan de los enunciados en términos de relación de las longitudes de los lados del triángulo rectángulo: “En todo triángulo rectángulo, la longitud de la hipotenusa al cuadrado es igual a la suma de los cuadrados de las longitudes de sus catetos” o asignando letras que representan longitudes de los lados: Si en un triángulo rectángulo la hipotenusa mide a y los catetos b y c, se cumple  $a^2 = b^2 + c^2$ ”. Es decir, en términos del enunciado del teorema, no hay evidencias de una redacción adecuada con el lenguaje matemático.

La trascendencia del teorema de Pitágoras es histórica, como se presenta el contenido de algunos videos: “En la antigüedad lo usaron babilonios y egipcios” (V11, V15, V19) y hasta el presidente de Estados Unidos, Garfield lo demostró (V3, V4, V17, V20); “el teorema de Pitágoras es sin duda el enunciado más famoso de las matemáticas en el sentido en que muchas personas lo han oido mencionar o lo conocen y además tiene múltiples aplicaciones en las Matemáticas y en la vida cotidiana” (V11, V15, V21). Los contenidos de los otros videos son concordantes con alguno de los casos referidos.

**Figura 6.** Conceptos asociados al teorema de Pitágoras en videos de YouTube.

Fuente. Elaboración propia, 2024

En los contenidos de los vídeos se observa con mayor frecuencia que no presentan una demostración ilustrativa del teorema de Pitágoras. En algunos de los casos con ilustraciones, se recurre a la construcción de cuadrados en los lados del triángulo rectángulo y se relacionan las áreas de las respectivas regiones (V5, V21); se usa letras para relacionar lados del triángulo rectángulo (V8, V16, V18); “se presenta la demostración de J. Adams con animación” (V9) y hasta una “ilustración con cubos” (V10); y, en otros casos, se recurre a verificar el teorema con números. Se indican aplicaciones “al construir la pirámide de Kefrén” (V11); “calcular la altura de una vela de un bote” (V12); “las razones trigonométricas de la medida de un ángulo alfa son las razones obtenidas entre las longitudes de los tres lados de un triángulo rectángulo” (V3). Los contenidos de los demás videos son coincidentes con alguno de los casos indicados. Si bien existen algunas aplicaciones concretas, existe ausencia de una Matemática contextualizada, lo que en general no son lo suficientemente pertinentes la comunicación y contenido temático.

#### 4. Conclusiones

Los vídeos son recursos que estudiantes de cualquier nivel educativo y modalidad los usan como material audiovisual complementario para desarrollar sus experiencias de aprendizaje asíncronas de determinados temas con fines de retroalimentación. Tales vídeos se propagan en las redes sociales, sobre todo en YouTube, la red de consultas más frecuentes. Estos recursos de uso masivo destinados a lograr el aprendizaje informal son diseñados sin atender exigencias técnico pedagógicas en cuanto a estructura, contenido temático, comunicación y metodología; tal es el caso de los vídeos de YouTube sobre el teorema de Pitágoras analizados, que pondrían en riesgo la conveniente transposición didáctica y el logro del aprendizaje deseado.

Los vídeos de YouTube relativos al teorema de Pitágoras, en tanto herramientas de apoyo para el aprendizaje informal y que han sido analizados, las mayores frecuencias en cuanto a gráficos y animaciones en su estructura no es uniforme, ya que van de deficiente hasta buena; mientras que en lo referente a la relación de textos, signos y figuras presentan una estructura regular y buena, repitiéndose estas valoraciones en el caso de la legibilidad de textos en cuanto a medidas y colores. Una fortaleza de tales vídeos en línea es que las mayores frecuencias indican una buena u óptima distribución de textos, signos y figuras, los que permiten clarificar el tema. En general, en cuanto a la estructura de los vídeos visualizados, por no responder a propósitos curriculares, la mayoría están diseñados sin suficiente criterio técnico, pues no se usa eficazmente elementos conceptuales (punto, línea y plano), visuales (color, tamaño, textura, contraste) y relationales considerando el espacio, lo que implican limitaciones que pueden provocar una deficiente transposición didáctica; pero que el estudiante puede evitarlo pidiendo sugerencias para recurrir a vídeos confiables según opinión de especialistas.

En cuanto al contenido temático de los videos, las mayores frecuencias refieren regular o buena claridad y concisión en la presentación del tema y de saberes previos; sin embargo, el uso del lenguaje formal para enunciar el teorema de Pitágoras no es el óptimo, recurriendo a la relación de las longitudes de los lados del triángulo rectángulo, dejando de lado enunciados que permitan alejarse de expresiones erróneas, como “hipotenusa al cuadrado” y “suma de los cuadrados de los catetos”; errores que se repiten en el video y que, de hecho, generan conflicto cognitivo en el sentido de que un segmento, como lo es la hipotenusa, no se eleva al cuadrado. Del mismo modo, se evidencia escasa presencia de demostraciones visuales, así como casos contextualizados en la aplicación del teorema, pero es evidente también la escasez de fuentes, hipervínculos o tareas para la retroalimentación o reforzamiento del tema. Situaciones que se presentan porque los contenidos temáticos de los videos no responden a propósitos curriculares, sino al interés y criterio de los diseñadores.

Respecto a la comunicación en videos de YouTube sobre el teorema de Pitágoras, las mayores frecuencias indican que la explicación del tema es buena u óptima y se hace en base a textos, signos y figuras, sin embargo, en término de alusión de reglas para el uso de símbolos y gráficos se distribuye entre regular u óptimo, como regular es la relación entre los lenguajes matemático y usual. Asimismo, las mayores frecuencias refieren buena u óptima comunicación relacionando los lenguajes geométrico y algebraico; en tanto que, la mayor frecuencia evidencia una buena secuencia comunicativa en términos de claridad y lógica. En lo relativo a la metodología, se aprecia que las mayores frecuencias indican que no hay evidencia o son deficientes en lo concerniente a despertar el interés del estudiante y tampoco se usa recursos tecnológicos y didácticos para inducir la interactividad o retroalimentar el aprendizaje.

## Referencias

- Ausubel, D. P. (1978). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Barreto García, J. C. (2010). Deducción y extensión más general del Teorema de Pitágoras. *Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, (75), 71-87. <https://n9.cl/q8xhkq>
- Brame, C. (2016) Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content. *CBE—Life Sciences Education*, 15(4), 1-6. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0125>
- Caballero Vigil, L., & Castillo Mendoza, J. E. (2023). Ampliaciones del teorema de Pitágoras a través de la historia, para polígonos regulares. *Revista Saberes APUDEP*, 6(2), 8-26. <http://portal.america.org/amelia/journal/223/2234308002/html/>
- Colás-Bravo, P. y Quintero-Rodríguez, I. (2022). YouTube como herramienta para el aprendizaje informal. *Profesional de la información*, 31(3), e310315. <https://doi.org/10.3145/epi.2022.may.15>
- Cristaldo Servín, A. L. (2023). Aplicación de los tres momentos de la secuencia didáctica en la asignatura de Didáctica de la Matemática, desde la perspectiva de los estudiantes de la Carrera de EEB de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación-UNC, periodo 2020-2023. *Revista Científica Humanidades*, 2(1), 108-119. <https://www.revistas.unc.edu.py/index.php/fhyce/article/view/151>
- Domínguez Pérez, C., Organista Sandoval, J. y López Ornelas, M. (2018). Diseño instruccional para el desarrollo de contenidos educativos digitales para teléfonos inteligentes. *Apertura*, 10 (2), 80-93. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v10n2.1346>
- Espinoza Freire, E. E. (2021). Importancia de la retroalimentación formativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 389-397. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v13n4/2218-3620-rus-13-04-389.pdf>
- Fonseca-Peso, J., Caro-González, A., & Milosevic, N. (2020). Innovative CoCreative Participatory Methodologies for a Dreamt-of Quality Education in Europe. *Sustainability*, 12(16), 63-85. <https://doi.org/10.3390/su12166385>
- Godino, J. D. Batanero, C., & Font, V. (2007). The ontosemiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39(1-2), 127-135.
- Greenhow, C., & Chapman, A. (2020). Social distancing meet social media: digital tools for connecting students, teachers, and citizens in an emergency. *Information and Learning Sciences*, 121(5-6), 341-352. <https://doi.org/10.1108/ILS-04-2020-0134>
- Guijosa, C. (2018). *Impacto positivo del video en la educación*. EDU NEWS. <https://n9.cl/ctyos>
- Gupta, S., & Bashir, L. (2018). Social networking usage questionnaire: development and validation in an Indian higher education context. *Turkish online journal of distance education*, 19(4), 214-227. <https://doi.org/10.17718/tojde.471918>
- Hidayah, L. (2023). The Importance of Using Visual in Delivering Information. *VCD Journal of Visual Communication Design*, 8(1). 52-61. <https://doi.org/10.37715/vcd.v8i1.2720>
- Kulgemeyer, C. & Wittwer, J. (2023). Misconceptions in Physics Explainer Videos and the Illusion of Understanding: an Experimental Study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, (21), 417-437. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10265-7>
- Kurniawan, A., Putri, S., Pratondo, A., & Putri, D. (2022). Application of Visual Design Principles and Motion Graphic in Re-Design Interactive Learning Video. *IJAIT (International Journal Of Applied Information Technology)*, 5(1), 51-58. <https://doi.org/10.25124/ijait.v5i01.4264>
- Lange, C., & Costley, J. (2020). Improving online video lectures: learning challenges created by media. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(16), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00190-6>
- Li, L. Y. (2018). Effect of Prior Knowledge on Attitudes, Behavior, and Learning Performance in Video Lecture Viewing. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(4-5), 415-426. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1543086>
- Liu, C., & Elms, P. (2019). Animating student engagement: The impacts of cartoon instructional videos on learning experience. *Research in Learning Technology*, (27). <https://doi.org/10.25304/rlt.v27.2124>
- López-de-Ayala, M. C., Vizcaíno-Laorga, R., & Montes-Vozmediano, M. (2020). Hábitos y actitudes de los jóvenes ante las redes sociales: influencia del sexo, edad y clase social. *Profesional de la*

- información, 29(6), e290604. <https://doi.org/10.3145/epi.2020.nov.04>
- Luby, S., & Southern, D.L. (2022). Achieving Clarity and Conciseness. En: *The Pathway to Publishing: A Guide to Quantitative Writing in the Health Sciences* (pp. 73–86). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-98175-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-98175-4_6)
- Makhlof Akl, A., & Iñigo Dehud, L. S. (2022). The importance of visual language in educational videos. VISUAL REVIEW. International Visual Culture Review. *Revista Internacional de Cultura Visual*, 12(3), 1–19. <https://doi.org/10.37467/revvisual.v9.3742>
- Martínez-Domingo, J. A.; Trujillo-Torres, J. M.; Rodríguez-Jiménez, C.; Berral-Ortiz, B. y Romero-Rodríguez, J. M. (2021). Análisis de los canales de YouTube como influencers del aprendizaje en educación primaria. *Revista Espacios*, 42(3), 130-145. <https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42v03p10>
- Martínez-Salgado, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa: principios básicos y algunas controversias. *Ciência & saúde coletiva*, (17), 613-619. <https://www.scielo.br/j/csc/a/VgFnXGmqhGHNMBsv4h76tyg/?lang=es>
- Mayer, R. E. (2020). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316941355>
- Mayer, R. (2021). Evidence-Based Principles for How to Design Effective Instructional Videos. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 10(2), 229-240. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2021.03.007>.
- Mayer, R. E., Fiorella, L., & Stull, A. (2020). Five ways to increase the effectiveness of instructional video. *Educational Technology Research and Development*, 68(3), 837-852. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09749-6>
- McGrady, R., Zheng, K., Curran, R., Baumgartner, J., & Zuckerman, E. (2023). Dialing for Videos: A Random Sample of YouTube. *Journal of Quantitative Description: Digital Media*, 3. <https://doi.org/10.51685/jqd.2023.022>
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2007). Interactive multimodal learning environments. *Educational Psychology Review*, 19(3), 309-326. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2>.
- Monroy Andrade, J. (2024). El uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las matemáticas: una revisión sistemática. *Tecnología, Ciencia y Educación*, (28), 115-140. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18987>
- Nasution, M., & Lailia, H. (2023). Animated video media: Improved conceptual understanding and solving mathematical problems. *AKSIOMA. Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(1), 1344-1358. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i1.6892>
- Ortega Bastidas, J. (2020). ¿Cómo saturamos los datos? Una propuesta analítica “desde” y “para” la investigación cualitativa. *Interciencia*, 45(6), 293-299. <https://www.redalyc.org/journal/339/33963459007/html/>
- Pattier, D. (2022). Enseñando matemáticas a través de YouTube: El caso de los edutubers españoles. *Digital Education Review*, (42), 65-80. <https://doi.org/10.1344/der.2022.42.65-80>
- Persson, J., Wattengård, E., & Lilledahl, M. (2019). The effect of captions and written text on viewing behavior in educational videos. *LUMAT General Issue*, 7(1), 124-147. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.7.1.328>
- Puga, L., Rodríguez, J., & Toledo, A. (2016). Reflexiones sobre el lenguaje matemático y su incidencia en el aprendizaje significativo. *Sofía, Colección de Filosofía de la Educación*, (20), 197-220. <https://doi.org/10.17163/soph.n20.2016.09>
- Ramires-Lima, K., Souto-das Neves, B.-H., Cadore-Ramires, C., dos Santos-Soares, M., Avila-Maritini, V., Freitas-Lopes, L., & Billio-Mello-Carpes, P. (2020). Student assessment of online tools to foster engagement during the COVID-19 quarantine. *Advances in Psychology Education*, 44(4), 679-683. <https://doi.org/10.1152/advan.00131.2020>
- Romero Tena, R., Ríos Vázquez, A. R., y Román Graván, P. (2017). YouTube: evaluación de un catálogo social de vídeos didácticos de matemáticas de calidad. *Revista Prisma Social*, (18), 515-539. <https://revistaprismasocial.es/article/view/1387>
- Silva, R. S. R., Ianelli, A. C. C., & Carvalho, A. C. B. (2022). Didactic aspects involving the production of digital videos by pre-service Mathematics teachers. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, 15(34), 1-16. <http://dx.doi.org/10.20952/revtee.v15i34.18288>
- Strathern, P. (1999). *Pitágoras y su teorema*. Siglo veintiuno editores.
- Vera Balderas, S. y Moreno Tapia, J. (2021). Experiencias de aprendizaje en YouTube, un análisis durante

- la pandemia de COVID-19. *IE Revista de Investigación Educativa de la Rediech*, (12), e1139.  
[https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v12i0.1139](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v12i0.1139)
- Yang, K., Shi, Z., & Gong, Y. (2022). *Impacts of Video Clarity on Learning Efficiency in Online Learning: the visual occlusion effect*. In Proceedings of the 6th International Conference on Education and Multimedia Technology (ICEMT '22). Association for Computing Machinery, 201–206.  
<https://doi.org/10.1145/3551708.3551768>