

UN ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LOS VÍDEOS EN LÍNEA SOBRE FUNCIONES CUADRÁTICAS

Ana María Correal-Jurado, Pablo Beltrán-Pellicer y Mónica Arnal-Palacián

El uso de vídeos educativos en línea entre el alumnado y parte del profesorado justifica su investigación desde la didáctica de las matemáticas. Se presenta un estudio cualitativo que tiene como objetivo analizar la idoneidad epistémica de 18 vídeos de YouTube sobre funciones cuadráticas. Consideramos como categorías las situaciones-problema, los lenguajes: registros y representaciones lingüísticas y los conflictos epistémicos, empleando herramientas del Enfoque Ontosemiótico. Los resultados indican que en la mayoría de los vídeos se presenta el objeto de estudio en sus registros simbólicos y gráficos, encontrándose imprecisiones y errores de tipo conceptual relevantes al estudiar funciones cuadráticas.

Términos clave: Enfoque ontosemiótico; Funciones cuadráticas; Idoneidad didáctica; Registros lingüísticos; Vídeos educativos en línea

An exploratory analysis of online videos on quadratic functions

The use of online educational videos by students and some teachers justifies their study from the perspective of mathematics education. This paper presents a qualitative study aimed at analysing the epistemic suitability of 18 YouTube videos on quadratic functions. We consider as categories the problem-situations, the languages—registers and linguistic representations—and the epistemic conflicts, using tools from the Ontosemiotic Approach. The results indicate that in most of the videos, the object of study is presented in its symbolic and graphical registers, with relevant conceptual inaccuracies and errors identified when addressing quadratic functions.

Keywords: Didactic suitability; Language registers; Ontosemiotic approach; Online educational videos; Quadratic functions

Uma análise exploratória dos vídeos online sobre funções quadráticas

O uso de vídeos educativos on-line entre os alunos e parte do corpo docente justifica sua investigação no campo da didática da matemática. Apresenta-se um estudo qualitativo sobre a análise, a partir da perspectiva epistêmica, de 18 vídeos do YouTube sobre funções quadráticas. Consideramos como categorias as situações-problema, os linguagens: registros e representações linguísticas e os conflitos epistêmicos, utilizando ferramentas do Enfoque Ontosemiótico. Os resultados indicam que, na maioria dos vídeos, o objeto de estudo é apresentado em seus registros simbólico e gráfico, encontrando-se imprecisões e erros de tipo conceptual relevantes no estudo das funções quadráticas.

Palavras-chave: Abordagem ontosemiótica; Adequação didáctica; Funções quadráticas; Registros linguísticos; Vídeos educativos em linha

Los vídeos educativos en línea constituyen un recurso habitual entre los estudiantes (Alpert y Hodkinson, 2019). Así, el auge de plataformas digitales como YouTube tienen un fuerte impacto en la enseñanza en los diversos niveles educativos. Esta red social, creada en 2005, se consolida como una de las herramientas más importantes para la distribución de contenido audiovisual (Moreira et al., 2019; Pattier, 2022a).

Desde la investigación en educación en un ámbito más general, Anzola-Gomez et al. (2022) y Moreira et al. (2019) exploran el fenómeno de los *edutubers*, analizando las implicaciones del uso de vídeos en el ámbito educativo, así como las características distintivas de estos creadores y los contenidos que generan. Por otra parte, Pattier (2022b) realiza el diseño de un instrumento para analizar vídeos educativos en línea y con este analiza 29 canales de matemáticas reconocidos en España. En su propuesta, establece valores asociados a las estadísticas del canal, la personalidad del creador de contenido, la edición de los vídeos, entre otras variables; sin embargo, en su propuesta no valora la instrucción ni el abordaje del contenido matemático que se pretende enseñar. Además, Beltrán-Flandoli et al. (2023) estudian YouTube como un espacio de aprendizaje virtual o *ciberaula*, encontrando que los vídeos educativos disponibles en plataformas como YouTube tienen el potencial de enriquecer significativamente los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Morales y Guzmán (2014) y Posligua y Zambrano (2020) consideran el uso de vídeos educativos para reforzar conocimientos, mejorar la comprensión y analizar su influencia en la construcción de conocimientos, mencionando plataformas como YouTube como recurso para compartirlos.

Por otro lado, desde la investigación en educación matemática, Romero Tena et al. (2017) y Thurm (2025) evalúan vídeos tutoriales de matemáticas de la plataforma YouTube desde varios aspectos: didácticos matemáticos, estéticos, expresivos entre otros, aun cuando hacen una valoración del material didáctico no otorgan al análisis epistémico un lugar fundamental, sino que lo sitúan al mismo nivel que los demás criterios de valoración. En este sentido, aunque los aspectos estéticos, expresivos o técnicos son importantes, carecen de valor si el contenido matemático y el didáctico-matemático no es correcto y coherente. Ruiz-Reyes et al. (2017) analizan un conjunto de videotutoriales sobre probabilidad utilizando el Enfoque Ontosemiótico (EOS) (Godino et al., 2006b), con el objetivo principal de encontrar videotutoriales que favorecieran la comprensión del concepto de probabilidad. En este trabajo describen y valoran la idoneidad didáctica del recurso, en sus facetas epistémica, cognitiva, interaccional, mediacional y afectiva. Entre sus resultados, listan 20 vídeos que abordan los contenidos matemáticos establecidos; y ponen de manifiesto las dificultades que los estudiantes podrían tener al no estar familiarizados con los lenguajes empleados o con los registros de representación que se utilizan de forma implícita en los recursos parte de la muestra. Santos (2018) emplea las configuraciones de la idoneidad didáctica propuestas en el EOS para valorar vídeos educativos en línea sobre diferentes objetos matemáticos. En su análisis, examina la idoneidad de vídeos empleando las seis facetas propuestas por este marco teórico. Además, durante su estudio se asigna un gran peso en la valoración de vídeos a la faceta epistémica, mostrando la relevancia de este aspecto a la hora de valorar vídeos en línea.

Otro estudio de vídeos en línea sobre funciones en educación secundaria, muestra resultados asociados al análisis de 20 vídeos, al valorar su idoneidad didáctica en todas sus facetas; en los resultados, se refiere al análisis epistémico mencionando que “las explicaciones se centran en los contenidos matemáticos desde un punto de vista algorítmico, sin establecer ni relación con el alumnado, ni relaciones con otras partes de las matemáticas ni otras materias” (Arjona, 2020, p. 74). En esta misma línea, Acuña-Soto y Liern (2020) analizan tres canales de YouTube en español, con contenidos sobre ecuaciones lineales, empleando igualmente el EOS y las facetas de la idoneidad didáctica, profundizan tanto en las ventajas como en las limitaciones, teniendo en cuenta el equilibrio entre la eficacia puntual y la utilidad formativa.

Beltrán-Pellicer et al. (2018) y Beltrán-Pellicer y Giacomone (2021) llevaron a cabo investigaciones en las que se evaluaba la pertinencia desde la faceta epistémica del objeto matemático a presentar. En esta línea, destacan dos investigaciones que plantean analizar la idoneidad epistémica de vídeos educativos en YouTube, una sobre repartos directamente proporcionales (Beltrán-Pellicer et al., 2018), y otra, para el caso de la mediana (Beltrán-Pellicer y Giacomone, 2021). Estos estudios se basan en herramientas teóricas y metodológicas del Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática (Godino, 2024; Godino et al., 2007), donde se evalúan 31 vídeos en español de YouTube para el

estudio de los repartos y 19 vídeos de YouTube en el estudio de la mediana. Entre los resultados, estas investigaciones destacan la baja idoneidad epistémica de la muestra de vídeos analizados. De esta manera, se identifican errores frecuentes en los procedimientos aritméticos y algebraicos, así como definiciones incorrectas. Así mismo, en muchos de los vídeos analizados se evidencia que se centran en aspectos procedimentales y a menudo carecen de discusiones sobre cuándo usar el objeto matemático en estudio. Estos autores destacan la necesidad de realizar más investigaciones para evaluar la idoneidad didáctica de estos recursos y concluyen que es crucial que los docentes seleccionen y recomienden los vídeos más adecuados para sus estudiantes, ya que la popularidad de un vídeo no es indicativa de su idoneidad.

Las funciones cuadráticas son un objeto matemático interesante desde el punto de vista curricular, dada su relevancia en diferentes niveles educativos y las conexiones que se establecen con otras materias (por ejemplo, fenómenos físicos que se modelizan a través de ellas). Como menciona Godino (2024), la finalidad del análisis didáctico—matemático es caracterizar los significados de los objetos y sus relaciones, con el propósito de construir un marco de referencia para el estudio de los procesos educativos. El estudio de la función cuadrática posibilita identificar los distintos objetos matemáticos y procesos implicados, así como los conocimientos que se ponen en juego en una solución considerada institucionalmente esperada o experta, además, articula los diferentes registros de representación semiótica (gráfico, simbólico, tabular, numérico), lo que posibilita la coordinación entre registros y el desarrollo de una comprensión más profunda y flexible, en consonancia con la teoría propuesta por Duval (1999, 2006, 2017). Teniendo en cuenta todo lo anterior, la investigación que presenta este artículo tiene como objetivo realizar un análisis de la calidad o el grado de adecuación de los vídeos en línea existentes sobre funciones cuadráticas en la plataforma YouTube desde una perspectiva epistémica. Es decir, se trata de analizar fundamentalmente el contenido matemático de los vídeos. Para ello, como se describe en detalle en el marco teórico, se emplearán herramientas del EOS (Godino, 2024; Godino, et al., 2007).

MARCO TEÓRICO

Para cumplir con el objetivo de este estudio se precisan de herramientas que permitan evaluar la calidad o adecuación de los vídeos en línea sobre funciones cuadráticas. En esta sección describiremos brevemente la teoría de la idoneidad didáctica, herramienta que surge del EOS, así como aspectos de la enseñanza y aprendizaje de las funciones que permitirán particularizar los criterios de idoneidad.

Enfoque Ontosemiótico

El Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática “aporta un sistema de nociones, principios y herramientas metodológicas para estudiar y comprender la naturaleza de la actividad matemática, el conocimiento matemático y los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas” (Godino, 2024, p. 18). El autor apunta a que el conocimiento matemático no es solamente comprender algoritmos o conceptos, sino que involucra un conjunto de dimensiones epistémicas, cognitivas, afectivas, y semiológicas que se entrelazan en los procesos de enseñanza y que delimitan el significado de los objetos en juego. En el contexto de la investigación de este artículo, se vuelve fundamental analizar cómo se presentan las funciones cuadráticas en los vídeos educativos, y si estos recursos logran abordar dicha complejidad de manera adecuada.

Estos constructos teóricos se articulan en la herramienta configuración ontosemiótica de prácticas, objetos y procesos. Para este estudio, consideraremos dos de los seis tipos de objetos matemáticos considerados como primarios en la ontología del EOS (Godino, 2024; Godino et al., 2007,): *situaciones-problema* (intra o extramatemáticas); *lenguajes* (términos, expresiones, notaciones, gráficos) en sus diversos registros (escrito, oral, gestual, etc.) y *representaciones* dentro de cada registro.

Situaciones-problema

Para este estudio se tomará la propuesta de tareas para el aprendizaje y la enseñanza de las funciones para estudiantes entre los 9 y 14 años de Leinhardt et al. (1990) y que recoge ideas ya expuestas anteriormente (Swan, 1985). La idea fundamental es la articulación de los diferentes registros y representaciones de las funciones, que permiten construir y definir el propio concepto matemático de función.

Leinhardt et al. (1990) proporcionan un marco teórico que permite clasificar las situaciones-problema en diferentes tipos de tareas:

- ◆ Tareas de predicción: determinar, a partir de una parte dada de un registro gráfico o tabular, dónde deben situarse otros puntos (no indicados explícitamente ni trazados) o cómo deberían representarse otras secciones del gráfico o de la tabla.
- ◆ Tareas de traducción: reconocer la misma función en diferentes formas de representación.
- ◆ Tareas de clasificación: se presentan relaciones de tipo simbólico o gráfico y se pide clasificar como un tipo de función o familia de funciones.
- ◆ Tareas de escalado: se refiere a la asignación de valores a los intervalos entre las líneas del sistema cartesiano.

De manera adicional a los tipos de tareas, se considera el foco de atención dentro de cada una de ellas. Por ejemplo: estudio de la variación de la función, las características específicas de los ejes, la función en su registro simbólico y su

correspondencia con el registro gráfico (parábola), la interpretación del registro numérico (a, b) en el registro gráfico y, por último, la identificación y tratamiento de coordenadas a partir de “puntos de referencia” (intersecciones con los ejes, vértice) en el registro gráfico.

La propuesta de enseñanza de las funciones de Swan (1985) presenta algunas orientaciones para desarrollar capacidades de interpretar y usar información en diferentes registros y en contextos matemáticos y no matemáticos. Esta propuesta se enfoca en las características globales de la función, como máximos, mínimos e intervalos, ya que se considera importante que los estudiantes puedan describir situaciones de interés de manera autónoma. Esto posibilita apreciar las matemáticas como un lenguaje para describir y analizar nuestro entorno; a la vez que crea oportunidades para entender los conceptos subyacentes a los que refiere el estudio de las funciones.

De igual forma, Swan (1985) plantea el trabajo con tareas de interpretación de gráficos cuyos ejes no tienen ninguna escala ni valores asociados, lo que permite reconocer características globales de las funciones y trabajar con tareas de escalado. Posteriormente, proponen situaciones para evidenciar que el registro gráfico es algo más que un dibujo; es decir, que es una representación abstracta de una relación entre magnitudes, lo que refiere a tareas asociadas a la función y su gráfica, llevando al alumnado a la relación del grafo con lo que representa, dando lugar a tareas de predicción. Más adelante, se trabaja con la interpretación de cantidades al observarlas en registros tabulares y gráficos, así como la construcción de gráficas a partir del registro tabular u otros registros, lo que presenta tareas asociadas a la traducción entre registros. Por último, plantean explorar modelos de funciones que surgen de situaciones reales y de relacionarlas con el registro algebraico de las mismas, tareas de traducción, así como conocer diferentes características del registro gráfico (máximo, mínimos, periodicidad) lleva a la reflexión sobre lo que sucede con la gráfica en las características locales y, luego, en su totalidad, generando tareas de clasificación y de predicción.

Este trabajo con funciones y gráficas plantea, a través de situaciones cercanas a la realidad, que los estudiantes puedan modelarlas usando los diferentes registros de representación (gráfico, tabular, simbólico, numérico).

Lenguajes: registros y representaciones lingüísticas

Por otro lado, el estudio de los *lenguajes* se abordará a partir de la teoría de los registros de representación semiótica propuesta por Duval (1999, 2006, 2017), en “articulación con las nociones de concordancia y complementariedad” señaladas por Godino (2024, p. 171).

Los lenguajes son uno de los objetos primarios de las configuraciones onto-semióticas. En este sentido, en el EOS se distingue entre registros (gráfico, simbólico-numérico, simbólico-algebraico) y representaciones dentro de cada uno de estos registros. Como veremos en la siguiente sección, el uso de los diferentes registros es relevante en el aprendizaje y la enseñanza de las funciones.

En matemáticas, es esencial considerar la distinción entre los objetos en sí y sus distintas representaciones posibles. En lo que se refiere al aprendizaje, esta dicotomía constituye una de las principales dificultades de comprensión en el proceso de aprendizaje (Duval, 2017). Duval (1999, 2006, 2017) argumenta que para comprender plenamente un concepto es necesaria la coordinación entre distintos sistemas de representación, ya que un solo sistema no permite una comprensión completa del concepto. Sin embargo, la conversión entre sistemas de representación no es espontánea, a menos que exista una equivalencia entre el sistema inicial y el final.

Para este trabajo, empleamos la teoría propuesta por Duval (2006), quien analiza las conversiones (cambio entre diferentes registros de representación) y tratamientos (manipulación dentro de un mismo registro) en los registros de representación semiótica, destacando su papel central en la comprensión matemática. Desde el punto de vista cognitivo, la conversión es un proceso complejo, ya que no se fundamenta en reglas específicas y requiere identificar las características fundamentales de cada registro, sin alterar las propiedades matemáticas del objeto representado. Este proceso es crucial para el aprendizaje, ya que permite coordinar diversos registros y construir una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos. No obstante, los estudiantes suelen enfrentarse a dificultades en este ámbito, ya que tienden a interpretar las representaciones de forma aislada, como si correspondieran a objetos diferentes, sin establecer conexiones significativas entre ellas (Duval, 2006). En otras palabras, los objetos matemáticos se representan con el propósito de analizar sus características y relaciones.

Así mismo, autores como Arce y Ortega (2014) identifican errores comunes al trabajar con representaciones gráficas en estudiantes de bachillerato, tales como la incorrecta identificación de asíntotas o escalas. Estas deficiencias revelan dificultades en las conversiones entre sistemas de representación, esenciales para el aprendizaje de conceptos matemáticos. Por otra parte, Arnal-Palacián et al. (2022) resaltan que la comprensión de un concepto matemático depende de la coordinación entre múltiples registros de representación, ya que cada uno enfatiza diferentes propiedades del concepto y facilita distintas comprensiones contextuales. Desde el trabajo con funciones a partir de patrones de crecimiento cuadrático, Wilkie (2022) menciona que, a través del uso de patrones, todos los estudiantes objeto de su estudio demostraron conectar los términos algebraicos (registro simbólico) de la forma de la función cuadrática general $y = ax^2 + bx + c$ a diferentes aspectos geométricos de las figuras y tipos de crecimiento (cuadrático, lineal y cero).

Por otro lado, Gómez-Blancarte et al. (2017) proponen actividades para reconocer cambios en la función cuadrática de manera global partiendo del registro simbólico y relacionando con lo que sucede en el registro gráfico al trabajar con un software, realizando variaciones de parámetros en el registro simbólico o presentando la función cuadrática de manera estándar o general. Entre sus

conclusiones, menciona que se logra reconocer que el coeficiente c determina el corte de la parábola con el eje de las ordenadas: en la parte positiva si c es mayor que cero, y en la parte negativa si c es menor que cero, lo que resulta interesante en el trabajo con funciones cuadráticas en sus registros gráfico y simbólico, llevando a reconocer características generales de este objeto matemático a partir de los cambios de registro.

En la misma línea del registro gráfico y simbólico de funciones cuadráticas, Ponce (2019) presenta una investigación centrada en la representación de funciones complejas haciendo uso del registro simbólico y el registro gráfico, dinamizado por medio del uso del software GeoGebra, donde muestra las ventajas del uso del método de dominio coloreado para analizar el comportamiento de este tipo de funciones. Esta investigación integra el uso del software como una herramienta que permite ver el registro gráfico asociado al registro simbólico de funciones, y la interpretación de las funciones complejas en los registros mencionados como una interpretación no aislada.

Finalmente, Didiş-Kabar (2023) menciona que las ecuaciones cuadráticas no se suelen presentar como un contenido separado en los cursos de matemáticas, sino que aparecen dentro de otros contenidos matemáticos, como funciones, gráficos de funciones o las derivadas. Por otra parte, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD, 2020) identifica las ecuaciones cuadráticas como un contenido común en los currículos de matemáticas de los países participantes, que se imparte en una edad similar del alumnado. Este estudio se centra en este objeto matemático y analiza su aplicación en la enseñanza de las funciones cuadráticas. Es así como en la búsqueda se esperaba encontrar resultados asociados a la función cuadrática, cuando se resuelven ecuaciones cuadráticas.

Idoneidad didáctica

La teoría de idoneidad didáctica (TID) (Godino, 2024; Godino et al., 2006a, 2006b), desarrolla un sistema de criterios para evaluar el nivel de adecuación de un proceso de instrucción, o parte de él, y determinar si es eficiente en la adaptación de los aprendizajes de los estudiantes a los significados globales de referencia que se pretenden enseñar. En este sentido, esta teoría valora la optimización del proceso para que el aprendizaje de los estudiantes, entendido como significado personal, y la enseñanza, concebida como el significado institucional que se pretende enseñar, estén en consonancia, considerando las circunstancias personales y el contexto educativo, es decir, el entorno. En este contexto, “el primer paso para poder confeccionar un programa de estudio es determinar qué es idóneo desde los puntos de vista epistémico y cognitivo” (Godino, 2013, p.117).

Resulta pertinente, por tanto, usar estos criterios de idoneidad didáctica para organizar la reflexión y evaluación de un proceso de instrucción (Breda et al., 2017). De esta manera, en esta investigación usaremos la noción de idoneidad didáctica mencionada en el EOS para evaluar la idoneidad didáctica de vídeos

educativos en línea sobre funciones cuadráticas, considerando los aspectos generales sobre la enseñanza y aprendizaje de funciones.

Godino (2024) señala que, para que un proceso de instrucción alcance una alta idoneidad epistémica, es fundamental prestar atención a la selección y adaptación de las situaciones-problemas, aspecto considerado en el análisis de los vídeos que conforman la muestra de este estudio. Así mismo, el proceso no debe presentar conflictos semióticos, entendidos como discrepancias entre los significados atribuidos a una misma expresión. Cuando estas se presentan entre significados institucionales, se denominan *conflictos epistémicos*, los cuales el autor describe como la presencia de errores, ambigüedades o divergencias entre los significados atribuidos a los objetos y procesos presentados y los correspondientes a la institución de referencia. En este estudio, los conflictos epistémicos se han codificado en tres categorías: errores de procedimiento, de expresión y de definición.

De este modo, tanto la selección de situaciones-problemas como la identificación de los conflictos epistémicos son aspectos fundamentales para valorar la idoneidad epistémica de los vídeos analizados.

Enseñanza y aprendizaje de las funciones reales de variable real

El concepto de función y sus diferentes representaciones asumen un papel relevante y productivo en las matemáticas (Schliemann et al., 2022). Estos autores destacan que este contenido permite establecer conexiones entre temas clave del currículo, como números, operaciones aritméticas, fracciones, proporciones, transformaciones y cambios, lo que presenta a las funciones como un objeto integrador en matemáticas. Ahora bien, para que emerjan estas conexiones, es necesario que la enseñanza de las funciones permita establecer relaciones entre los objetos matemáticos que intervienen en el proceso. Godino et al. (2003) señalan que “los profesores deben ayudar a cada estudiante para que desarrolle su comprensión conceptual y procedimental de cada núcleo conceptual matemático: números, operaciones, geometría, medición, estadística, probabilidad, funciones y álgebra y los relacione entre sí” (p. 74).

La enseñanza de las funciones es un eje central en las orientaciones curriculares del *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2000), debido a su papel fundamental en el desarrollo del pensamiento matemático, así como en la comprensión de estructuras y relaciones. En esta línea, el NCTM recomienda que el álgebra, las funciones y sus diversas representaciones sean contenidos a abordar en todos los niveles educativos.

En lo que refiere al estudio de las funciones cuadráticas, se ha escrito sobre los temas generales de modelado, tasas de cambio y razonamiento cuantitativo, aunque hay cierta escasez de estudios empíricos sobre la comprensión de los estudiantes de las funciones cuadráticas (Lobato et al., 2012; Zaslavsky, 1997). El caso de las funciones cuadráticas ofrece un contexto excelente para comprender conceptos algebraicos relevantes, como variables y parámetros, tasas de cambio

no lineales y vistas de funciones (Wilkie, 2022). El carácter integrador de conocimientos como la escritura de cuadrados completos, suma y producto de raíces y los conceptos sobre el uso de enunciados de la raíz y factorización son necesarios para aprender ecuaciones y funciones cuadráticas, cuestión en la que presentan dificultades los estudiantes (Sezgin Memnun et al., 2015). En esta línea, Arnal-Palacián et al. (2022) señalan que el alumnado presenta dificultades asociadas al manejo inadecuado de expresiones algebraicas en el trabajo con lápiz y papel, persistiendo al trabajar con GeoGebra. Este resultado sugiere una relación con la falta de adquisición de conceptos matemáticos previos.

De manera similar, Lobato et al. (2012) se interesan en cómo los estudiantes de secundaria pueden desarrollar una comprensión de las relaciones entre las cantidades de magnitud que intervienen en una variación cuadrática. Concluyen que es un objeto matemático sofisticado, muy alejado del nivel actual de comprensión de la mayoría de los estudiantes de secundaria. Para fomentar una comprensión de las funciones cuadráticas, estos autores sugieren que es necesario plantear actividades que lleven a reflexionar sobre la relación entre el cambio de la variable dependiente e independiente.

Leinhardt et al. (1990) plantean que el aprendizaje de las funciones debería seguir un proceso que partiera de las intuiciones del alumnado y que permitiera reflexionar sobre las propiedades locales y globales de las funciones desde cualquier registro de representación.

Sin embargo, Janvier (1998), al respecto de la modelación de situaciones en contexto relacionadas con funciones y el uso del tiempo como variable desde diferentes enfoques, encuentra como obstáculo que los estudiantes tienen una interpretación del tiempo que no les permite establecer relaciones adecuadas, por ejemplo, cuando no se usa como variable independiente. Este autor plantea que los conocimientos previamente adquiridos, aun cuando estén dominados y estructurados, pueden dificultar la comprensión o resolución de una situación, si no son los adecuados para abordar la misma, mencionar argumentos en otros contextos ayuda superar obstáculos epistemológicos, lo que implica considerar la enseñanza de las funciones desde una perspectiva multidisciplinar: matemáticas, ciencias y ciencias sociales.

METODOLOGÍA

Esta investigación sigue una metodología cualitativa de carácter interpretativo-valorativo (McMillan y Schumacher, 2005). Para el análisis se han usado métodos híbridos de análisis inductivo y deductivo (Nowell et al., 2017), a partir de un sistema de códigos extraídos del marco teórico presentado. Hacer uso de este tipo de metodología posibilita un análisis, más allá del número de visualizaciones o *me gusta* que reciba cada vídeo. La metodología cualitativa permite el estudio de las precisiones conceptuales, la claridad de las explicaciones y la pertinencia de los

ejemplos propuestos admiten la identificación de posibles errores o enfoques inadecuados al enseñar el contenido matemático pretendido. De este modo, se profundiza en la riqueza y complejidad de los detalles.

Muestra

Para este trabajo se realiza una búsqueda en línea en YouTube, considerada una plataforma líder a nivel mundial en contenido de vídeo y la segunda página web más visitada, después de Google (Similarweb LTD, 2023). Definimos cuatro búsquedas con las siguientes palabras: función cuadrática, ecuación cuadrática, ecuación de segundo grado y parábola en matemáticas. En cada búsqueda se emplea una pestaña de incógnito y se seleccionan los primeros 30 vídeos que muestra la plataforma YouTube. A partir de estas búsquedas se recopilan 92 vídeos, algunos de estos se encontraban en más de un criterio de búsqueda simultáneamente.

Un primer criterio de selección de los vídeos ha sido la duración. En este sentido, está muy extendida la idea de que los vídeos educativos deben ser muy breves, en torno a seis minutos, lo cual constituye un mito (Lagerstrom et al., 2015). Por ejemplo, en el análisis de los vídeos de un canal educativo muy popular, Saurabh y Gautam (2019) encuentran que los vídeos de entre 20 y 25 minutos son los más vistos. Siguiendo a estos autores y dejando un pequeño margen, la muestra utilizada ha considerado vídeos con una duración igual o inferior a 30 minutos. Así, del total inicial de 92 vídeos recopilados, 11 fueron excluidos considerando este criterio, resultando en una muestra de vídeos con una media de 13,15 minutos, una duración entre 4,93 y 22,65 minutos y una desviación de 4,37 minutos, valores muy similares a las que se encuentran en otros estudios similares (Shoufan, 2019).

Por otro lado, se verifica que los vídeos seleccionados respondieran realmente al objeto de estudio, es decir, la función cuadrática. Cabe señalar que no es suficiente considerar únicamente los resultados de búsqueda de “función cuadrática” en la plataforma YouTube, ya que muchos de los vídeos encontrados no abordan el objeto matemático en cuestión, y otros vídeos, asociados a otras categorías de búsqueda, responden al objeto matemático de este estudio. De manera similar, al aplicar otros criterios de búsqueda, se identificaron vídeos que están asociados a la función cuadrática y se excluyeron 63 vídeos de la recopilación inicial.

Finalmente, la muestra se redujo a 18 vídeos para su análisis. La Tabla 1 presenta los vídeos incluidos en este estudio.

Tabla 1

Videos de YouTube incluidos para este estudio

| Vídeo | Código YouTube | Vistas |
|-------|----------------|---------|
| V01 | J3qQWvxqFI4 | 2957941 |
| V02 | 6JQw45YO3Fs | 8859137 |

Tabla 1
Videos de YouTube incluidos para este estudio

| Vídeo | Código YouTube | Vistas |
|-------|----------------|---------|
| V03 | GASwPQW5MKY | 51025 |
| V04 | -u3zysIokt4 | 22176 |
| V05 | qkBjdDbFue8 | 375310 |
| V06 | gnAdna_tLK0 | 6408031 |
| V07 | svqAxfMPw7Q | 565003 |
| V08 | nly1z0rgrgk | 38370 |
| V09 | YlhOfpREfHE | 3524456 |
| V10 | oHdQJWw3tbA | 574653 |
| V11 | E6ysFJEIyEc | 4177806 |
| V12 | xRq3feSSfyc | 1257602 |
| V13 | c20QWEhBPKs | 2858182 |
| V14 | xJ1TytrKnTI | 13902 |
| V15 | 4I6cFQb_sAA | 43270 |
| V16 | ira6fc3zuRg | 1903552 |
| V17 | fqdSiYvYfAM | 46311 |
| V18 | pZqvOZ-A7EA | 210086 |

Método

Para la codificación de los vídeos, se emplea como herramienta el software de análisis cualitativo MAXQDA en su versión 2022. El sistema de categorías usado para la codificación se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2
Categorías de codificación

| Categoría | Código |
|-----------------------|--|
| Situaciones-problemas | <p>Tipos de tareas: tareas de predicción, tareas de clasificación, tareas de escalado, tareas de traducción</p> <p>Foco de las tareas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ La variación en el registro gráfico ◆ Características específicas de los ejes ◆ La función en su registro simbólico y correspondencia con el registro gráfico |

Tabla 2
Categorías de codificación

| Categoría | Código |
|------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ◆ La interpretación del registro numérico en el registro gráfico ◆ Identificación y tratamiento de coordenadas en el registro gráfico |
| Lenguajes | <p>Sistemas de representación: registro gráfico (RG), registro tabular (RT), registro simbólico (RS), registro numérico (RN).</p> <p>Conversiones posibles entre dos, tres y cuatro registros.</p> <p>Tratamientos</p> |
| Conflictos epistémicos | Errores de: procedimiento, definición, expresión. |

En el proceso de codificación se realizan periódicamente reuniones con el equipo investigador para llegar a consensos sobre la codificación en los vídeos, así como evaluar que los códigos propuestos para los fragmentos de los vídeos realmente respondieran a lo que se quiere evaluar en la faceta epistémica.

RESULTADOS

Situaciones-problemas

Tipos de tareas

De los 18 vídeos de la muestra, uno no desarrolla ningún tipo de tarea; seis vídeos presentan un único tipo de tarea: cuatro vídeos una tarea de clasificación, dos una tarea de traducción; siete vídeos presentan al menos dos tipos de tareas de la siguiente manera: cuatro presentan tareas de traducción y predicción, dos de clasificación y traducción, uno de clasificación y predicción; y se presentan cuatro vídeos que proponen tres tipos de tarea, de traducción, de clasificación y de predicción (Tabla 3). No se encuentra ninguna tarea de escalado, aun cuando en algunas tareas asociadas a una conversión de registro de representación, se requería modificar la escala de los ejes coordenados para esbozar el registro gráfico. En la figura 1, el autor no modifica su escala y menciona “no tengo once cuadraditos entonces no lo pongo, si ustedes tienen once pueden ubicar el punto”.

Se observa que el tipo de tarea que más se presenta es la de traducción, (39 segmentos) (Figura 1), seguida de las tareas de clasificación (22 segmentos), las tareas de predicción se encontraron con una menor ocurrencia (10 segmentos) y, por último, las tareas de escalado que no se presentaron en ninguno de los vídeos analizados.

Tabla 3

Tipos de tarea que se encuentran en la muestra de vídeos

| | Escalado | Traducción | Clasificación | Predicción | Suma |
|------|----------|------------|---------------|------------|------|
| V01 | | 1 | | | 1 |
| V02 | | 1 | | | 1 |
| V03 | | 11 | 2 | | 15 |
| V04 | | | 1 | | |
| V05 | | 2 | | 1 | 2 |
| V06 | | 2 | 1 | | 3 |
| V07 | | 5 | 2 | 1 | 8 |
| V08 | | 4 | 2 | 1 | 7 |
| V09 | | | 5 | 2 | 7 |
| V10 | | | 1 | | 1 |
| V11 | | 2 | 2 | 2 | 6 |
| V12 | | 4 | 1 | | 5 |
| V13 | | | 1 | | 1 |
| V14 | | | | | 0 |
| V15 | | 2 | 1 | | 3 |
| V16 | | | 1 | | 1 |
| V17 | | 3 | 2 | | 5 |
| V18 | | 2 | | 1 | 3 |
| Suma | 0 | 39 | 22 | 10 | 71 |

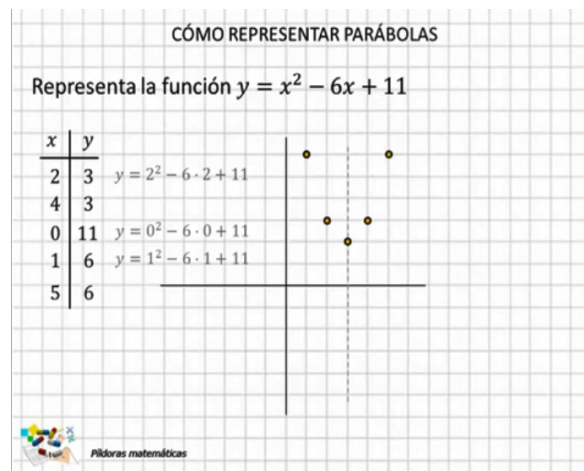


Figura 1. Ubicación del punto (0,11), vídeo 17 (7:20)

Las tareas de traducción se enfocaban en una característica particular de la función cuadrática y cómo se vería está en otra representación. Por ejemplo, se menciona que el término independiente de la representación simbólica $f(x) = ax^2 + bx + c$, corresponde a la intersección con el eje Y (Figura 2). Además, se explora cómo se efectúa el cambio de registro de una representación a otra, o cómo interpretar la convexidad o concavidad en el registro gráfico en función del parámetro a .

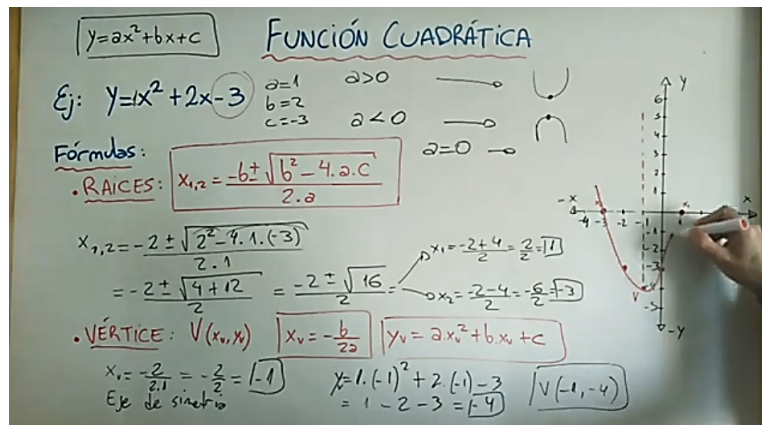


Figura 2. Presentación de la concavidad o convexidad de una parábola, vídeo 05 (12:02)

Para las tareas de clasificación, se muestran ejercicios enfocados en reconocer, a partir de la definición, la función cuadrática, la característica de la misma en alguno de sus registros, ya sea para uno o varios registros que presentan en el desarrollo propuesto. En la Figura 3, la propuesta es asociar siempre el registro simbólico de la función al registro gráfico, empleando expresiones como “siempre describe una parábola” o “toda función cuadrática describe una parábola”.



Figura 3. Tarea de clasificación de una función cuadrática, vídeo 15 (1:14)

Por último, se encuentran tareas de predicción que se centran en conjeturar qué sucede con una representación gráfica partiendo de algunos puntos, usando argumentos o reglas establecidas propias de las características de la función. Para esto, la tarea más recurrente es el uso del eje de simetría, para la construcción de la representación tabular, del vértice para la construcción del grafo o de los cortes con el eje x en los tres casos posibles, que el vértice esté sobre el eje x, una sola intersección, que tenga dos raíces reales lo que nos mostraría dos cortes con el eje x o que no tenga ningún corte con el eje, como se ve en la figura 4.

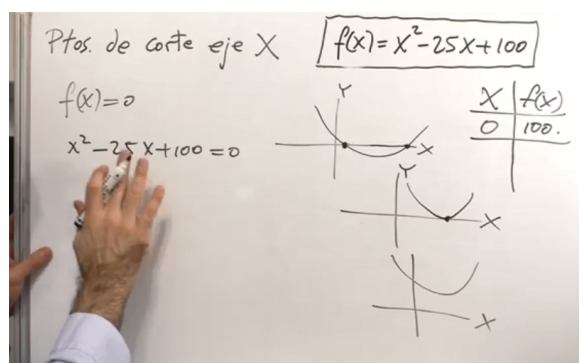


Figura 4. Tarea de predicción, cortes de la función cuadrática con el eje x, vídeo 08 (04:29)

Foco de las tareas

Analizados los 18 vídeos de la muestra, se identificaron tareas con su foco en distintos aspectos. En 12 vídeos, el foco está en la identificación y tratamiento de coordenadas en el registro gráfico; en 13 vídeos, en la función y su representación gráfica y simbólica. Le siguen las tareas que destacan la dirección del gráfico, presentes en tres vídeos. Por otro lado, en dos vídeos se aborda el registro numérico (a, b) y su interpretación en el registro gráfico. Finalmente, solo en un vídeo se presta atención a las características de los ejes, no en relación con el trabajo de escalado, sino en el contexto particular de una función específica, como la

ubicación de un punto cuyo valor excede los límites habituales de los ejes coordenados trabajados por este autor (Figura 5). Del total de la muestra, hay un vídeo en el que no se evidencia ningún tipo de foco, ya que no presenta tarea alguna.

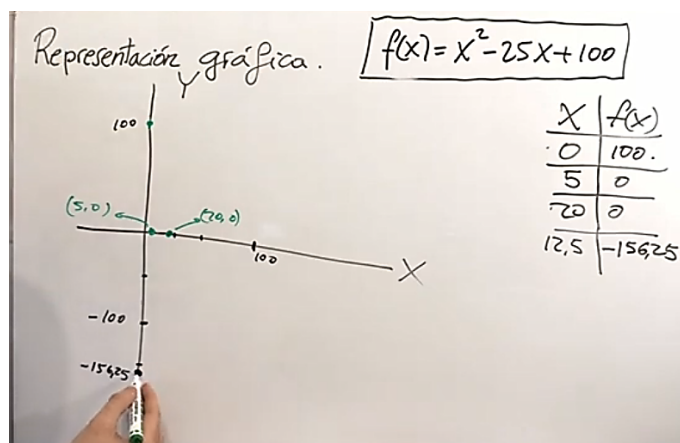


Figura 5. Características específicas de los ejes, vídeo 08 (11:27)

Lenguajes: registros y representaciones lingüísticas. Para el caso de la identificación de representaciones, el 100% de los vídeos incluye los registros gráfico y simbólico, mientras que el registro numérico aparece en 11 vídeos y el registro menos frecuente es el tabular, en ocho de los 18 vídeos de la muestra. Para el caso particular del registro simbólico, la forma polinómica $f(x) = ax^2 + bx + c$ aparece en todos los vídeos; sin embargo, solo en dos vídeos se presenta el registro simbólico factorizado (Figura 6).

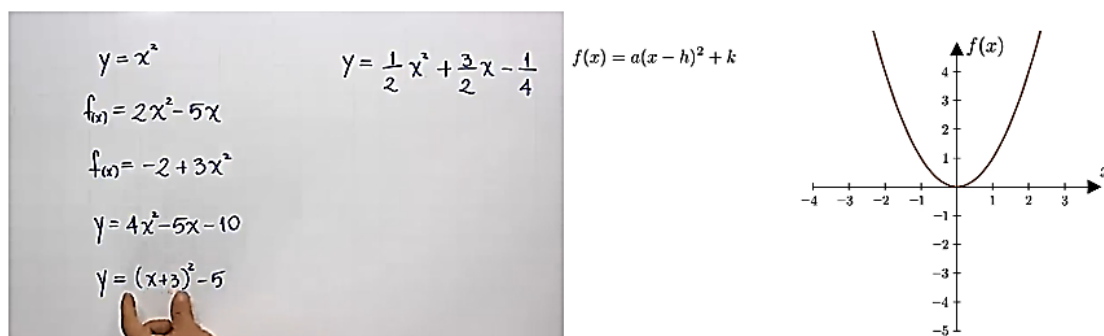


Figura 6. Registro simbólico de la forma factorizada en dos vídeos. Izquierda, vídeo 09 (02:07), derecha, vídeo 04 (17:12)

Entre las transformaciones identificadas en todos los vídeos, se observa que son más frecuentes las conversiones (73,3%) que los tratamientos (26,7%). En la Figura 7 se muestran la frecuencia de las diferentes conversiones posibles entre registros de representación. Se observa que, entre las conversiones entre dos registros, la más común es la del registro numérico al gráfico (7 vídeos), seguida por la conversión del registro simbólico al numérico (5 vídeos); en el caso de tres

registros la más frecuente es la que involucra los registros simbólico, pasando por el numérico y terminando con el gráfico (6 vídeos); en el caso de cuatro registros (Figura 8) se encuentra un único vídeo que inicia con el registro simbólico, pasando al tabular, después al numérico y terminando en el gráfico, lo que indica una integración de los cuatro registros de representación. En la muestra analizada tres vídeos no muestran ningún tipo de conversión.

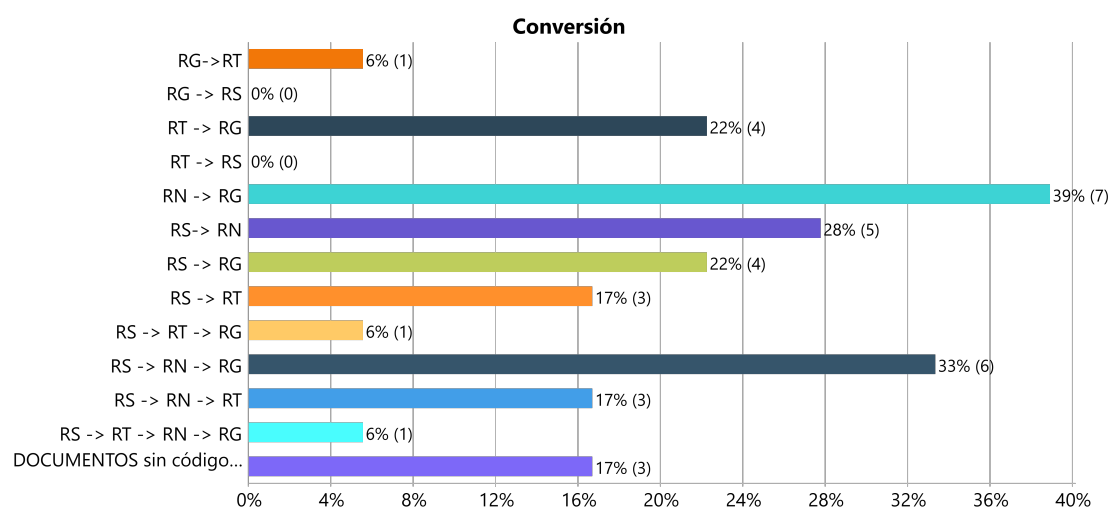


Figura 7. Conversiones entre registros de representación.

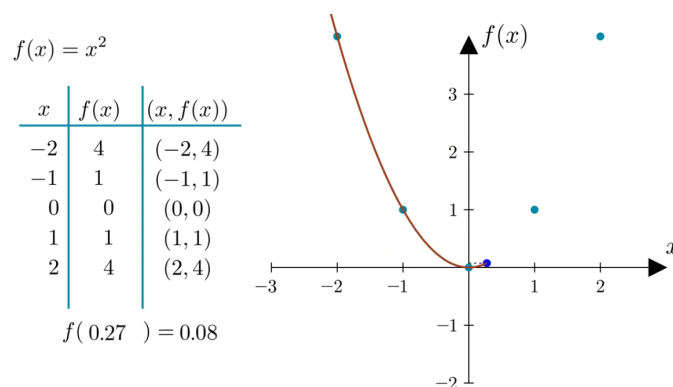


Figura 8. Cuatro representaciones en simultaneo, vídeo 04 (2:22)

En el caso de los tratamientos, se presentan dos tipos: en el registro gráfico, que aparece en solo cuatro vídeos y en el registro simbólico, presente en tres vídeos. Es relevante mencionar que solo en dos vídeos se muestran ambos tratamientos (Figura 9), mientras que en trece vídeos no se presenta ningún tipo de tratamiento en la exposición de las funciones cuadráticas. No se observan tratamientos en otros tipos de representaciones en la muestra analizada.

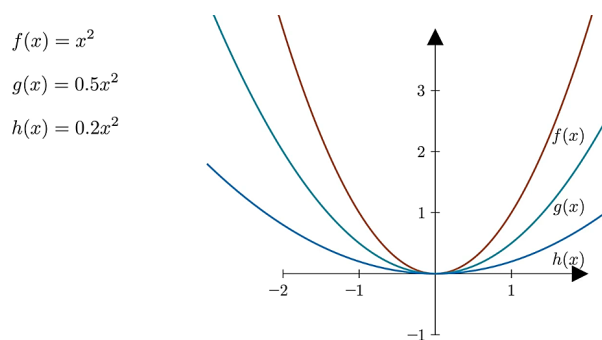


Figura 9. Tratamientos de registros gráfico y simbólico, vídeo 04 (3:23)

Conflictos epistémicos

Los conflictos epistémicos identificados en la muestra se presentan como errores de procedimiento, definición o expresión.

En siete vídeos de la muestra se identifican conflictos epistémicos. De estos, un vídeo presenta únicamente errores de definición, dos contienen errores de procedimiento, y uno presenta errores de expresión. Así mismo, se encuentran dos vídeos que presentan dos tipos de errores (definición y expresión) y un vídeo que incluye los tres tipos de errores mencionados en este estudio (Tabla 4).

Tabla 4

Conflictos epistémicos en la muestra de vídeos

| | Procedimiento | Definición | Expresión | Suma |
|-----|---------------|------------|-----------|------|
| V01 | | 1 | 1 | 2 |
| V02 | | | 1 | 1 |
| V03 | | | | 0 |
| V04 | | | | 0 |
| V05 | | | | 0 |
| V06 | | 1 | 1 | 2 |
| V07 | 1 | | | 1 |
| V08 | 1 | | | 1 |
| V09 | | | | 0 |
| V10 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| V11 | | | | 0 |
| V12 | | | | 0 |
| V13 | | | | 0 |
| V14 | | | | 0 |
| V15 | | | | 0 |

Tabla 4
Conflictos epistémicos en la muestra de vídeos

| | Procedimiento | Definición | Expresión | Suma |
|------|---------------|------------|-----------|------|
| V16 | | | | 0 |
| V17 | | | | 0 |
| V18 | | 1 | | 1 |
| Suma | 3 | 4 | 4 | 11 |

El error de definición más frecuente consiste en confundir función con ecuación, empleando ambos términos para referirse al mismo objeto matemático. Un ejemplo de esto se observa en la Figura 10, cuyo objetivo es enseñar cómo graficar funciones cuadráticas; en el vídeo se menciona: “En este caso, trabajaremos con ecuaciones cuadráticas, esto quiere decir que x estará elevada a la segunda potencia y su gráfica será una parábola”. Esta afirmación no es coherente con la definición institucionalizada de función cuadrática.

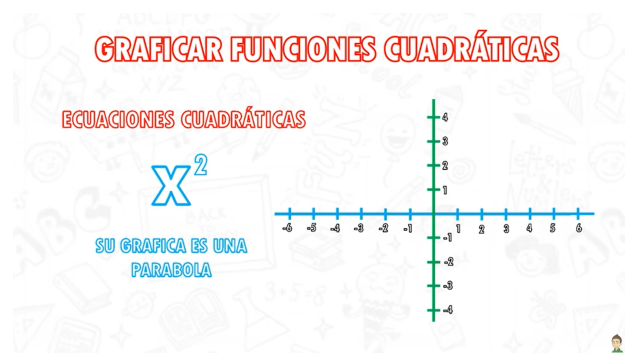


Figura 10. Error de definición, vídeo 06 (00:55)

Dentro de los vídeos que forman parte de este estudio se encuentran tres asociados al mismo autor, en los cuales se identificaron errores de tipo epistémico. En estos vídeos, se utiliza indistintamente el término ecuación cuadrática para referirse a funciones cuadráticas. El autor presenta resultados asociados a la definición de función en su representación algebraica, solicitando el reconocimiento de parámetros asociados a la función cuadrática en una ecuación de segundo grado. Además, en otro de sus vídeos, plantea la tarea de encontrar el eje de simetría de una función cuadrática y escribe una ecuación cuadrática en su representación algebraica. En la Figura 11 se muestra el planteamiento de la tarea y la representación gráfica que asocia.

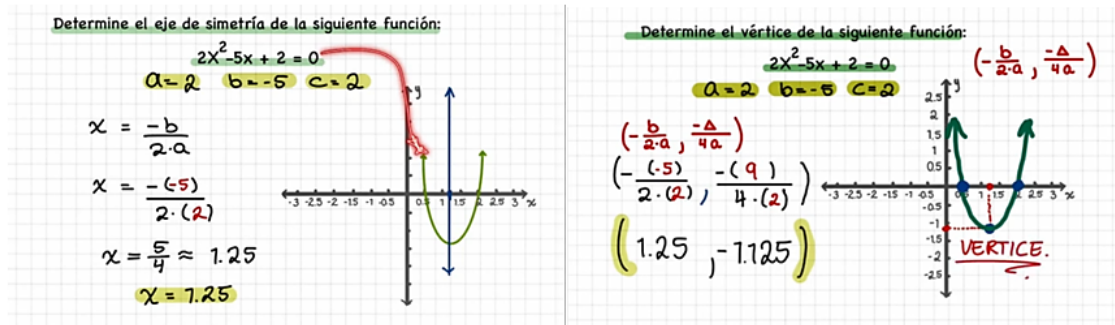


Figura 11. Presentación del eje de simetría y el vértice de una función cuadrática, usando una ecuación de segundo grado, vídeo 18 (17:27)

Se encuentran errores de procedimiento, donde autores evalúan la función en un punto y su resultado al sustituir el valor numérico no corresponde al valor que mencionan como resultado en el vídeo, para el caso particular (Figura 12), el autor evalúa la función en $x = 12,5$ y asocia como resultado $-156,25$, valor que es incorrecto pues el resultado es $-56,25$.

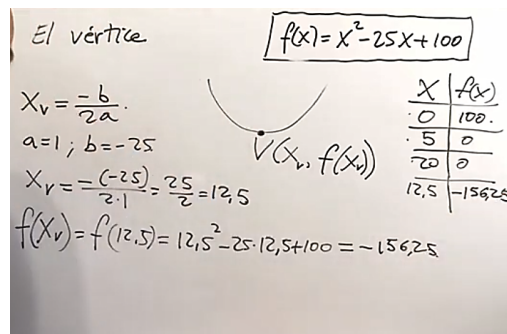


Figura 12. Error al evaluar la función en el punto $x=12,5$, vídeo 08 (8:34)

Por último, uno de los errores de expresión que se encuentran es el caso de un autor que dice en su vídeo “como en este caso no tenemos ningún número que acompañe a la equis al cuadrado suponemos que es uno”, realmente no es una suposición, es el valor que tiene el parámetro —a es 1—; o en otro caso donde menciona y “el número que acompaña a la equis al cuadrado siempre se le denomina a, dado que es un parámetro, podría nombrarse con cualquier letra”.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los vídeos educativos en plataformas como YouTube se han consolidado como un recurso ampliamente utilizado por estudiantes y docentes, (Alpert y Hodkinson, 2019; Moreira et al., 2019; Pattier, 2022a, 2022b). En este sentido, es necesario que los contenidos de carácter académico disponibles en línea sean valorados priorizando especialmente la coherencia y corrección del conocimiento que transmiten, aspecto que constituye un eje central del presente estudio. La valoración es fundamental para reconocer el potencial para enriquecer los procesos

de enseñanza y aprendizaje en los distintos niveles educativos, como plantean Posligua y Zambrano (2020), Morales y Guzmán (2014) y Beltrán-Flandoli et al. (2023).

La literatura previa ha abordado el estudio de los vídeos desde diferentes perspectivas: tecnológicas, expresivas, comunicativas y pedagógicas (Anzola-Gomez et al., 2022; Moreira et al., 2019; Pattier, 2022b). Sin embargo, se evidencia que, en muchos casos, el análisis epistémico no ocupa un lugar central o se encuentra al mismo nivel que otros aspectos (Acuña-Soto y Liern, 2020; Arjona, 2020; Romero Tena et al., 2017; Thurm, 2025), lo que limita la valoración del contenido matemático que representa un eje fundamental.

Este estudio centrado en el análisis en la faceta epistémica en vídeos en línea sobre funciones cuadráticas considera relevante más allá de las condiciones técnicas, estéticas de presentación, entre otras, la presentación de las funciones cuadráticas desde tres perspectivas: las situaciones-problema, los lenguajes: registros y representación lingüísticas, y la presencia de conflictos epistémicos.

En relación con el primero de estos aspectos, únicamente cuatro de los 18 vídeos, presentan tres tipos diferentes de situaciones-problema en un mismo recurso, lo que pone de manifiesto un uso limitado de las posibilidades didácticas que estos materiales pueden ofrecer. Esta limitación supone un desaprovechamiento de oportunidades para promover una comprensión de conceptos algebraicos, como factorizar o completar cuadrados, los cuales, como destacan, Arnal-Palacián et al. (2022), Sezgin Memnun et al. (2015) y Wilkie (2022), suelen constituir focos de dificultad para los estudiantes en el aprendizaje de las funciones.

De igual forma, Lobato et al. (2012) señalan la necesidad de plantear actividades que lleven a reflexionar sobre la relación entre la variable dependiente e independiente. No obstante, en la muestra analizada, solo dos vídeos incluyen tareas centradas en el registro numérico y su interpretación en el gráfico, y tres abordan la dirección del gráfico. Esta limitada presencia de tareas en las que el foco sea la observación de la variación de la función, asociadas a la identificación de patrones de crecimiento y decrecimiento, o cambios en la forma del gráfico, evidencia que los vídeos disponibles no siempre facilitan que los usuarios desarrollen una comprensión profunda de las relaciones entre las magnitudes involucradas en una variación cuadrática.

Los resultados evidencian la ausencia de situaciones-problema relacionadas con tareas de escalado, a pesar de que Leinhardt et al. (1990) y Swan (1985) señalan que las tareas de escalado constituyen una parte importante del proceso de enseñanza y aprendizaje de las funciones. Se observa que su presencia es nula, esto limita la posibilidad de que los usuarios de los vídeos identifiquen propiedades fundamentales de las funciones cuadráticas en el registro gráfico cuando este implique cantidades que no han sido trabajadas previamente e impliquen una escala diferente a la que presentan los vídeos, lo que dificulta una adecuada coordinación entre distintos registros de representación. Se encontraron tareas que

dirigían su foco a la identificación y tratamiento de coordenadas en el registro gráfico, lo que sugiere un fuerte enfoque en el desarrollo de habilidades cognitivas vinculadas con la percepción visual y el análisis de representaciones de funciones en su registro gráfico. Esta carencia confirma lo señalado por Arce y Ortega (2014) y Arnal-Palacián et al. (2022), quienes advierten que la falta de articulación entre registros constituye una de las principales dificultades en el aprendizaje de las funciones, pues estos permiten entender propiedades de las funciones cuadráticas, las cuales pueden ser observadas en cada registro y facilitan su comprensión. De ahí que resulte pertinente analizar cómo se presentan los lenguajes: registros y representación lingüísticas en los vídeos de la muestra, y en qué medida contribuyen —o no— a la comprensión de las funciones cuadráticas.

En cuanto al segundo aspecto, los lenguajes y registros de representación semiótica, en el análisis, se observa que el registro gráfico y el registro simbólico de las funciones constituye un eje central de los vídeos de esta muestra. En este sentido, Arce y Ortega (2014), Arnal-Palacián et al. (2022) y Duval (2006) mencionan que los individuos deben ser capaces de reconocer el mismo objeto matemático en diversas representaciones, lo que enfoca la enseñanza de la función cuadrática hacia la identificación de la misma en diferentes registros. Sin embargo, en la muestra analizada, no hay mayor presencia del registro tabular, presente en solo 8 vídeos, lo que evidencia una utilización limitada de un tipo de registro que puede ser relevante para favorecer la comprensión de la función.

Gómez-Blancarte et al. (2017) y Ponce (2019) han mostrado la importancia de trabajar el tratamiento de la función en sus registros simbólico y gráfico, ya que esto permite reconocer características generales del objeto de estudio a partir de los cambios observados dentro del registro. Sin embargo, en la muestra analizada, la limitada presencia del tratamiento de funciones cuadráticas (solo en cuatro vídeos) restringe la posibilidad de reflexionar sobre los cambios de la función cuadrática dentro de un mismo registro y dificulta el proceso de generalización a partir de la variación de parámetros, lo que evidencia que los vídeos disponibles no siempre permiten desarrollar completamente estas habilidades consideradas esenciales por los estudios previos.

Finalmente, respecto a la presencia de conflictos epistémicos (errores e imprecisiones), están presentes en 7 de los 18 vídeos de la muestra, un fenómeno que resulta común en estudios relacionados con la idoneidad epistémica de vídeos en línea. Beltrán-Pellicer et al. (2018) y Beltrán Pellicer y Giacomone (2021) señalan en sus estudios la frecuencia de errores en los procedimientos aritméticos y algebraicos, así como definiciones incorrectas. Igualmente, los argumentos, cuando aparecen, deberían ser adecuados para que el alumnado pueda comprender las características y propiedades de la función, como simetría, el vértice, los máximos o mínimos, etc. Godino (2024) menciona que la argumentación es una pieza fundamental para la construcción del conocimiento matemático, así como presentar correctamente los conceptos-definición y los procedimientos asociados a un proceso formativo, cuestión que no está presente en algunos vídeos

analizados, lo que puede llevar al alumnado a cometer errores e imprecisiones al replicar los que encuentran en los vídeos en línea.

En conjunto, estas limitaciones, en cuanto a las situaciones-problemas presentadas, los lenguajes: registros y representaciones lingüísticas y los conflictos epistémicos presentes en la muestra, señalan una idoneidad epistémica baja o parcial de los vídeos sobre funciones cuadráticas. Como menciona Godino (2024), un punto central para la valoración de la idoneidad epistémica no solo es la ausencia de conflictos epistémicos, sino la riqueza en la selección de las situaciones-problemas, que, para el caso de los vídeos en línea sobre funciones cuadráticas analizados en este estudio, carecen de diferentes tipos de tareas y focos de atención en las mismas, señaladas por Leinhardt et al. (1990) y Swan (1985). Si bien los vídeos cumplen parcialmente con el objetivo de mostrar procedimientos y representaciones básicas, no aseguran la coherencia y que quienes los consulten puedan establecer relaciones entre los significados globales de referencia que se movilizan. Esta situación no solo restringe el potencial formativo de los recursos, sino que puede inducir a los estudiantes a construir concepciones erróneas o superficiales sobre la función cuadrática, aspecto que ya mencionaba Arnal-Palacián et al. (2022) al no lograr las relaciones existentes con conceptos matemáticos previos. Por tanto, se hace necesario avanzar hacia la producción y evaluación de vídeos que integren con mayor equilibrio los distintos objetos primarios del EOS y que promuevan una organización epistémica más idónea del conocimiento matemático, en consonancia con las exigencias institucionales y con la finalidad de favorecer el aprendizaje significativo y riguroso.

Así mismo, el hecho de que los vídeos educativos analizados tengan tantas visitas y que estas no dependan de su calidad, abre cuestiones que deberían ser estudiadas en posteriores investigaciones. Por un lado, aquellos docentes que recomienden este tipo de vídeos tendrán que ser conscientes de la necesidad de revisar el contenido que ofrecen los *edutubers*, más allá de la estructuración del vídeo o la personalidad del creador (Pattier, 2022a), puesto que —conflictos epistémicos (errores e imprecisiones) aparte— es necesario que los objetos matemáticos que se pretenden enseñar no presenten discordancias “entre los procesos implementados y los correspondientes a la institución de referencia” (Godino, 2024, p. 340). Por otro lado, si estos vídeos son tan empleados por el alumnado, tiene que ser porque los encuentran útiles. Y, si les resultan de utilidad, ha de ser porque se alinean con lo que se les exige en la educación formal. La muestra analizada sugiere que, al menos en el caso de las funciones cuadráticas, los vídeos se orientan a un aprendizaje muy superficial y procedimental. En esta misma línea, Arjona (2020) encontró que en los vídeos analizados en su estudio las explicaciones se centran en la resolución algorítmica de los contenidos matemáticos y que no establecen conexiones con otras disciplinas. Por lo tanto, para que los vídeos educativos de matemáticas fuesen un recurso coherente con las orientaciones internacionales y el desarrollo de la competencia matemática, deberían plantear situaciones sin resolver en las que se invite a explorar un

problema, conjugar diferentes representaciones, comunicar ideas matemáticas, establecer conexiones con otros objetos matemáticos u otras materias, conjeturar, razonar y argumentar.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado dentro del grupo de investigación de referencia “Investigación en Educación Matemática” (S60_23R) reconocido oficialmente por el Gobierno de Aragón.

REFERENCIAS

- Acuña-Soto, C. M. y Liern, V. (2020). Modos de enseñanza en los videotutoriales de matemáticas: equilibrio entre eficacia puntual y utilidad formativa. *Bolema. Boletim de Educação Matemática*, 34(68), 1125-1143. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n68a14>
- Alpert, F. y Hodkinson, C. S. (2019). Video use in lecture classes: Current practices, student perceptions, and preferences. *Education + Training*, 61(1), 31-45. <https://doi.org/10.1108/ET-06-2018-0135>
- Anzola-Gomez, J., Rivera-Rogel, D. D. y Aguaded, D. I. (2022). Interacción social e interacción discursiva de un canal de YouTube educativo. *Fonseca, Journal of Communication*, 25, 115-132. <https://doi.org/10.14201/fjc.29406>
- Arce, M. y Ortega, T. (2014). Deficiencias en el trazado de gráficas de funciones en estudiantes de bachillerato. *PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 8(2), 61-73. <https://doi.org/10.30827/pna.v8i2.6117>
- Arjona Andrés, P. (2020). *Análisis de la idoneidad didáctica en vídeos educativos de YouTube sobre funciones de 2.º de ESO* [Tesis de maestría]. Universidad de Oviedo.
- Arnal-Palacián, M., Baeza, M. A. y Claros-Mellado, J. (2022). Quadratic functions representation: Pencil and paper vs GeoGebra. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 29(3), 165-178. https://doi.org/10.1564/tme_v29.3.04
- Beltrán-Flandoli, A., Pérez Rodríguez, M. A. y Mateus, J.-C. (2023). YouTube como ciberaula. Revisión crítica de su uso pedagógico en la Universidad Iberoamericana. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(1), 225-245. <https://doi.org/10.5944/ried.26.1.34372>
- Beltrán-Pellicer, P. y Giacomone, B. (2021). Una primera aproximación al análisis de vídeos educativos de estadística: El caso de la mediana. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 106, 53-61.
- Beltrán-Pellicer, P., Giacomone, B. y Burgos, M. (2018). Online educational videos according to specific didactics: The case of mathematics / Los vídeos educativos en línea desde las didácticas específicas: El caso de las matemáticas.

- Cultura y Educación*, 30(4), 633-662.
<https://doi.org/10.1080/11356405.2018.1524651>
- Breda, A., Pino-Fan, L. R. y Font, V. (2017). Meta didactic-mathematical knowledge of teachers: Criteria for the reflection and assessment on teaching practice. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 1893-1918. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01207a>
- Didiş-Kabar, M. G. (2023). A thematic review of quadratic equation studies in the field of mathematics education. *Participatory Educational Research*, 10(4), 29-48. <https://doi.org/10.17275/per.23.58.10.4>
- Duval, R. (1999). Representation, vision and visualization: Cognitive functions in mathematical thinking. Basic issues for learning. En F. Hitt y M. Santos (Eds.), *Proceedings of the Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 3-26). ERIC/CSMEE Publications.
- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: la habilidad para cambiar el registro de representación. *Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 9(1), 143-168.
- Duval, R. (2017). *Understanding the mathematical way of thinking – The registers of semiotic representations*. Springer.
- Godino, J. D. (2013). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 8(11), 111-132.
- Godino, J. D. (2024). *Enfoque ontosemiótico en educación matemática*. Aula Magna, McGraw-Hill Interamericana de España.
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM – Mathematics Education*, 39(1-2), 127-135. <https://doi.org/10.1007/s11858-006-0004-1>
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros*. Ministerio de Educación, Universidad de Granada.
- Godino, J. D., Bencomo, D., Font, V. y Wilhelmi, M. R. (2006a). Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de estudio de las matemáticas. *Paradigma*, 27(2), 221-252.
- Godino, J. D., Contreras, A. y Font, V. (2006b). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 26(1), 39-88.
- Gómez-Blancarte, A. L., Guirette, R. y Morales-Colorado, F. (2017). Propuesta para el tratamiento de interpretación global de la función cuadrática mediante el uso del software GeoGebra. *Educación Matemática*, 29(3), 189-224. <https://doi.org/10.24844/em2903.07>
- Janvier, C. (1998). The notion of chronicle as an epistemological obstacle to the concept of function. *The Journal of Mathematical Behavior*, 17(1), 79-103. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(99\)80062-5](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(99)80062-5)

- Lagerstrom, L., Johanes, P. y Ponsukcharoen, U. (2015). *The myth of the six-minute rule: Student Engagement with Online Videos*. Paper presented at 2015 ASEE Annual Conference & Exposition, Seattle, Washington. <https://doi.org/10.18260/p.24895>
- Leinhardt, G., Zaslavsky, O. y Stein, M. K. (1990). Functions, graphs, and graphing: Tasks, learning, and teaching. *Review of Educational Research*, 60(1), 1-64. <https://doi.org/10.3102/00346543060001001>
- Lobato, J., Hohensee, C., Rhodehamel, B. y Diamond, J. (2012). Using student reasoning to inform the development of conceptual learning goals: The case of quadratic functions. *Mathematical Thinking and Learning*, 14(2), 85-119. <https://doi.org/10.1080/10986065.2012.656362>
- McMillan, J. H. y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa* (5.ª ed.). Pearson.
- Morales Ramos, L. A. y Guzmán Flores, T. (2014). El vídeo como recurso didáctico para reforzar el conocimiento. *Memorias del Encuentro Internacional de Educación a Distancia*, 3(3), 1-9.
- Moreira, J. A. M., Santana, C. L. S. y Bengoechea, A. G. (2019). Ensinar e aprender nas redes sociais digitais: O caso da Mathgurl no YouTube. *Revista de Comunicação de la SEECI*, 50, 107-127. <https://doi.org/10.15198/seeci.2019.50.107-127>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E. y Moules, N. J. (2017). Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1). <https://doi.org/10.1177/1609406917733847>
- OECD. (2020). *Global teaching insights: A video study of teaching*. OECD. <https://doi.org/10.1787/20d6f36b-en>
- Pattier, D. (2022a). 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>
- Pattier, D. (2022b). Diseño y validación de instrumento para analizar canales educativos de YouTube ICONO 14. *Revista Científica De Comunicación Y Tecnologías Emergentes*, 20(2). <https://doi.org/10.7195/ri14.v20i2.1818>
- Ponce Campuzano, J. C. (2019). Representación de funciones complejas con GeoGebra usando el método de dominio coloreado. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 101, 85-101.
- Posligua, R. y Zambrano, L. (2020). El empleo del YouTube como herramienta de aprendizaje. *Rehuso*, 5(1), 11-20. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6795941>
- 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.
- Ruiz-Reyes, K., Contreras, J. M., Arteaga, P. y Oviedo, K. (2017). Análisis semiótico de videos tutoriales para la enseñanza de la probabilidad en

- educación primaria. En J. M. Contreras, P. Arteaga, G. R. Cañadas, M. M. Gea, B. Giacomone y M. M. López-Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticas*. Departamento de Didáctica de las Matemáticas. Universidad de Granada.
- Santos, J. A. (2018). *Valoración de video tutoriales de matemáticas disponibles en internet. Nuevos instrumentos para el análisis de los procesos educativos* (Tesis doctoral). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- Saurabh, S. y Gautam, S. (2019). Modelling and statistical analysis of YouTube's educational videos: A channel owner's perspective. *Computers & Education*, 128, 145-158. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.003>
- Schliemann, A. D., Carraher, D. W. y Teixidor-i-Bigas, M. (2022). Teacher development structured around reasoning about functions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(4), 793-816. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10169-y>
- Sezgin Memnun, D., Aydın, B., Dinç, E., Çoban, M. y Sevindik, F. (2015). Failures and inabilities of high school students about quadratic equations and functions. *Journal of Education and Training Studies*, 3(6), 50-60. <https://doi.org/10.11114/jets.v3i6.918>
- Similarweb LTD. (2023). Clasificación de los sitios web más visitados—Sitios web más visitados en noviembre 2023. *Similarweb*. <https://www.similarweb.com/es/top-websites/>
- Shoufan, A. (2019). Estimating the cognitive value of YouTube's educational videos: A learning analytics approach. *Computers in Human Behavior*, 92, 450-458. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.03.036>
- Swan, M. (Ed.). (1985). *The language of functions and graphs: An examination module for secondary schools*. Shell Centre for Mathematical Education; Joint Matriculation Board.
- Thurm, D. (2025). The quality of mathematical explanation videos: A quantitative cross-topic analysis. *Frontiers in Education*, 10, 1509019. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1509019>
- Wilkie, K. J. (2022). Coordinating visual and algebraic reasoning with quadratic functions. *Mathematics Education Research Journal*, 36(1), 33-69. <https://doi.org/10.1007/s13394-022-00426-w>
- Zaslavsky, O. (1997). Conceptual obstacles in the learning of quadratic functions. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 19(1), 20-44.

Ana María Correal Jurado
Universidad de Zaragoza, España
acorreal@unizar.es

Pablo Beltrán Pellicer
Universidad de Zaragoza, España
pbeltran@unizar.es

Mónica Arnal Palacián
Universidad de Zaragoza, España
marnalp@unizar.es

Recibido: abril de 2025. Aceptado: noviembre de 2025

doi: 10.30827/pna.v20i3.33454



ISSN: 1887-3987

AN EXPLORATORY ANALYSIS OF ONLINE VIDEOS ON QUADRATIC FUNCTIONS

Ana M. Correal-Jurado, Pablo Beltrán-Pellicer and Mónica Arnal-Palacián

The use of online educational videos is increasingly common among students and some teachers, which justifies evaluating their content from the perspective of mathematics education. The case of quadratic functions presents an interesting scenario for investigation, given their central role in mathematics. This paper presents a qualitative study aimed at analysing the epistemic suitability of 18 YouTube videos on quadratic functions.

A qualitative methodology is employed, based on a detailed analysis of each video, using MAXQDA software for coding. The analysis incorporates tools from the Onto-semiotic Approach. The categories considered include the task types (such as scaling, translation, prediction, and classification), the focus of the task (the function in its graphical and symbolic representation, variation, etc.), linguistic registers (symbolic, tabular, graphical, or numerical), the representations within each register, and the different conversions or treatments. Finally, epistemic conflicts (errors and inaccuracies in definition, procedure, and expression) are identified.

The findings show that although scaling tasks play an important role in the teaching and learning of functions, they are notably absent from the sample. Most of the analyzed videos present quadratic functions in their symbolic and graphical registers, but with limited articulation with the tabular and numerical registers. Conversions (switching between different representation registers) are more frequent than treatments (manipulation within the same register) in the representation registers.

The errors observed the inaccurate use of terminology (quadratic functions are not the same as quadratic equations or parabolas) and operations yielding incorrect results, which may lead students to make mistakes and inaccuracies when replicating what they find in online videos.

In conclusion, evaluating the epistemic suitability of educational videos should be essential to ensure that, when used as a resource, they effectively contribute to mathematical learning. However, the analyzed sample suggests that, at least for quadratic functions, the videos tend to promote a rather superficial and procedural learning approach.