

DEFINIENDO LA FUNCIÓN CUADRÁTICA DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS ESTUDIANTES

Wanderley Pereira de Oliveira

wanderleywanderleypereira@gmail.com

Colégio Estadual Militarizado CEM XI Wanda David Aguiar (Raiar- Boa Vista- Brasil)

Ligia Arrieta

ligia.arrieta@gmail.com

Universidad Nacional Experimental de Guayana

RESUMEN

Esta investigación se sitúa en una perspectiva cualitativa que se orienta hacia la comprensión de los significados surgidos de datos reales estudiados de textos elaborados a partir de entrevistas realizadas a estudiantes del 1er año del Programa Educación Juvenil y Adulta de la Escuela CEM XI Wanda David Aguiar de Boa Vista, RR, Brasil, pues, se buscaba definir cómo era el concepto de función cuadrática que evidenciaban estudiantes seleccionados. Así, teniendo como basamento el marco general de la teoría de las representaciones semióticas de Duval (2006), se hizo una entrevista semiestructurada fundamentada en Flick (2004) donde se analizaron los registros semióticos (lenguaje natural, expresión gráfica y expresión algebraica) de tres estudiantes voluntarios que, con apoyo del software Geogebra, usaron distintos contextos de representación que permitieron delimitar el significado que estos alumnos le atribuyen a la función cuadrática. La definición expresada por los estudiantes que participaron como informantes voluntarios en esta investigación se apega a la definición tradicional que se viene repitiendo desde hace varios siglos: es la matemática asociada al estudio de los números, por ello se recomienda que los docentes debemos hacer un trabajo adecuado para elevar la condición de esta definición en nuestros estudiantes desde los primeros niveles de enseñanza.

Palabras claves: Geogebra, función cuadrática, representación semiótica.

DEFINING THE QUADRATIC FUNCTION FROM THE STUDENTS' PERSPECTIVE

ABSTRACT

This research is situated into a qualitative perspective and it is oriented towards the understanding of the meanings arising from real data studied from texts elaborated as the result of interviews to students belonging to the 1st year of Youth and Adult Education Program of the CEM XI Wanda David Aguiar School of Boa Vista, RR, Brazil, since the aim was to define the concept of quadratic function that the selected students evidenced. Thus, based on the general framework of Duval's (2006) theory of semiotic representations, a semi-structured interview based on Flick (2004) was carried out, where the semiotic records (natural language, graphic expression and algebraic expression) of three volunteer students who, with the support of the Geogebra software, used different representation contexts which made it possible to delimit the meaning that these students attribute to the quadratic function. The definition expressed by the students who participated as voluntary informants in this research adheres to the traditional definition being repeated for several centuries: it is the mathematics associated with the study of numbers; therefore, it is recommended that teachers should do an adequate job to enhance the condition of this definition in our students from the first levels of education.

Keywords: Geogebra, quadratic function, semiotic representation.

DEFININDO A FUNÇÃO QUADRÁTICA NA PERSPECTIVA DOS ESTUDANTES

RESUMO

Esta pesquisa se situa em uma perspectiva qualitativa orientada para a compreensão dos significados aportados de dados reais estudados em textos elaborados a partir de entrevistas realizadas com estudantes do 1º ano do Programa de Educação

de Jovens e Adultos da Escola CEM XI Wanda David Aguiar de Boa Vista, RR, Brasil. Portanto, o objetivo foi definir como era o conceito de função quadrática evidenciado por alunos selecionados. Assim, com base na teoria das representações semióticas de Duval (2006) foi realizada uma entrevista semiestruturada fundamentada em Flick (2004) onde foram analisados os registros semióticos (linguagem natural, expressão gráfica e expressão algébrica) de três estudantes voluntários e utilizaram diferentes contextos de representação que permitiram delimitar o que significa que eles atribuem à função quadrática suportada pelo software Geogebra. A definição expressada pelos alunos segue a definição tradicional que se repete há vários séculos: trata-se da matemática associada ao estudo dos números. Por isso recomenda-se que os professores façam um trabalho adequado para elevar o estado desta definição nos nossos alunos desde os primeiros níveis de ensino.

Palavras-chave: Geogebra, função quadrática, representação semiótica.

15 de junio de 2020

Introducción

Conforme a la experiencia de más de una década como profesor de matemáticas en Roraima en Brasil, el autor de esta investigación ha asistido el desarrollo de diversas acciones de políticas educativas y metodológicas diseñadas e impulsadas para la enseñanza en las escuelas públicas del estado. Con base a esa experiencia en la Red Estatal de Enseñanza y pese a los esfuerzos institucionales, prevalece el uso de la metodología tradicional en la enseñanza de la asignatura Matemática en las escuelas de Roraima, específicamente con relación al estudio del tema función y función cuadrática, las clases de matemáticas, en su mayoría, continúan siendo dadas de forma expositiva con un enfoque de enseñanza basado en la explicación del contenido que es seguido de ejemplos y ejercicios donde se enfatiza un aprendizaje mecanicista y persisten diversas dificultades de enseñanza y aprendizaje de temas asociados a tales conceptos (Hitt, 2003; Insuasti, 2014; Gómez-Blancarte, Guirette, y Morales-Colorado, (2017).

El hecho de que la enseñanza tradicional sea lo más recurrente en nuestras escuelas hasta hoy, específicamente con relación al estudio de la función cuadrática en una clase del componente de matemática, puede estar ocasionando ciertos inconvenientes desde el punto de vista de la enseñanza y del aprendizaje, de entre ellos se destacan dos:

- Primero, el tiempo que generalmente se dedica al tema no es suficiente por parte del docente y el tiempo para adecuar y acomodar el concepto por parte del estudiante tampoco es suficiente, por lo que es difícil que logre un desempeño comprensivo. Esto a su vez está asociado a dificultades para cambiar los registros de representación según Duval (2006).
- Segundo, otro elemento de la problemática es que el estudiante no está acostumbrado a trabajar para la construcción de conceptos de objetos matemáticos complejos como el concepto de función cuadrática, y la enseñanza tradicional pareciera no favorecer una mejora en ese sentido puesto que el estudiante no logra tener significado para tal concepto: definir el dominio de las variables que intervienen en la expresión algebraica, los efectos que producen la variación

Wanderley Pereira de Oliveira, Ligia Arrieta

de los parámetros, el rango de la función y la expresión gráfica. Entonces, la dificultad con la adquisición del significado está además asociado a la disociación entre las formas de adquisición del conocimiento matemático y las formas de pensar en la vida real puesto que enseñar y aprender matemática involucra actividades cognitivas que ameritan de distintos registros de representación y expresión además del lenguaje natural o el de las imágenes (Duval, 2006, Oviedo y Kanashino, 2012).

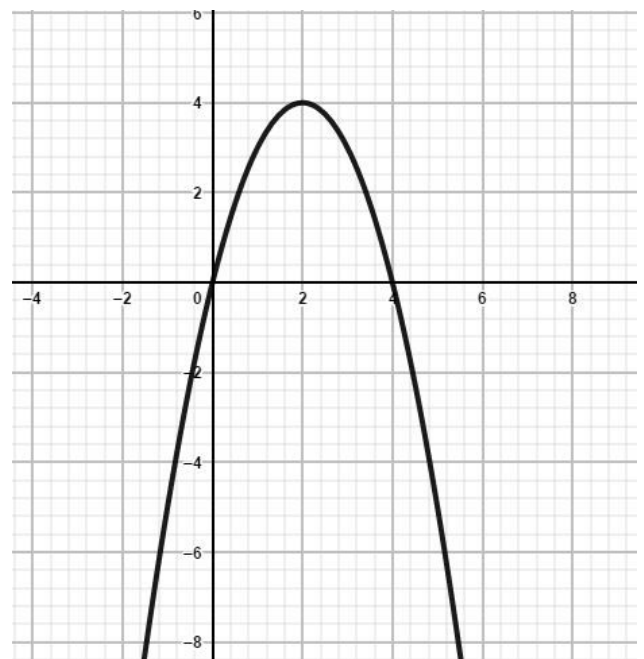
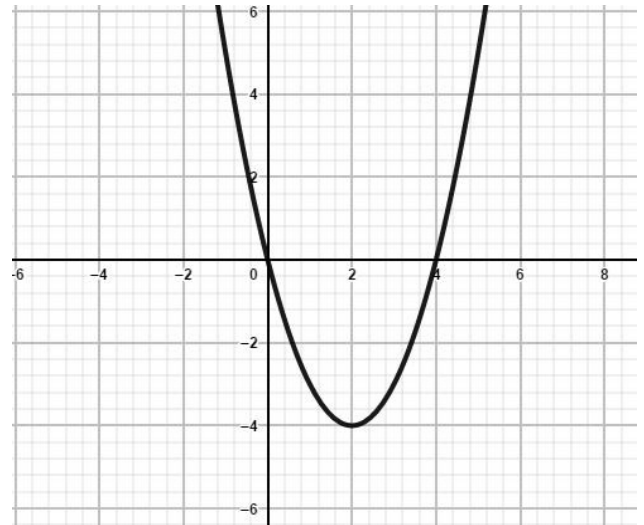
Estas cuestiones argumentan una problemática importante en la enseñanza y aprendizaje de la función cuadrática que amerita un tratamiento de investigación adecuado desde el punto de vista teórico y metodológico para aproximarse a la contribución de una solución, puesto que además, algunos elementos de tal problemática están presentes en la escuela donde desarrolla sus actividades como docente el autor de este estudio. El uso de una herramienta auxiliar en este caso una herramienta tecnológica como el software Geogebra, pudiera ser un aporte importante.

En ese sentido, Borba y Penteadó (2001) y Alfonso (2012) declaran que el uso de la informática que ven en los nuevos medios, como los ordenadores con software gráfico y las calculadoras gráficas, representan una posibilidad para el alumno de experimentar y generar varias conjeturas y conseguir desarrollar argumentos para varias de ellas en diferentes contextos de representación. Desde luego, la implementación en aula de una estrategia didáctica con el uso de ordenador con el software no sustituye de ninguna manera el papel del docente, todo lo contrario.

La función cuadrática en nuestros días

En la actualidad el concepto matemático de función puede escribirse según la siguiente definición tomada de Zill y Dewar (2012): "Una función de un conjunto X a un conjunto Y es una regla de correspondencia que asigna a cada elemento x de X exactamente un elemento y de Y " (p. 32). Para función cuadrática que es la función de elevación al cuadrado se tiene: "Una función cuadrática $y = f(x)$ es una función que tiene la forma $f(x) = ax^2 + bx + c$ donde $a \neq 0$, b y c son constantes" (p. 36). El dominio de una función cuadrática f es el conjunto de los números reales $(-\infty, \infty)$. La gráfica de toda función cuadrática es una parábola que abre hacia arriba cuando $a > 0$ (o abre

hacia abajo cuando $a < 0$). El punto más bajo (o más alto) (h, k) de la parábola se llama vértice. Todas las parábolas son simétricas con respecto a una recta vertical que pasa por el vértice (h, k) . La recta $x = h$ se llama *eje de simetría* o simplemente eje de la parábola. A continuación se presenta un ejemplo gráfico propio que cumple con estas características:



De manera que, la función cuadrática como se presenta en los enfoques de libros didácticos en determinados momentos es considerada como herramienta cuando su uso / aplicación en la resolución de problemas, mas, en otros momentos es tenida como objeto cuando en una determinada investigación (o estudio) la tiene como

objeto de estudio. En nuestra investigación la función cuadrática es el objeto de estudio, pues tratamos de analizarla en los enfoques de libros didácticos en lo que se refiere a los contextos en que se inserta.

Así, la función cuadrática de la forma como es presentada hoy en los abordajes de libros didácticos es fruto de varias experiencias científicas que según la historia pasó por cambios de constitución de su modelo y consecuentemente en su escritura (representación algebraica) hasta llegar a su forma de representación actual. Sin embargo, el interés mayor de esta investigación es determinar cómo nuestros estudiantes están percibiendo tales conceptos matemáticos.

La Teoría de las Representaciones Semióticas (TRS)

En los procesos cognitivos propios del pensamiento matemático intervienen los denominados *contextos de representación* que serían las distintas formas de pensamiento donde aparecen los objetos de conocimiento matemático. Enseñar y aprender matemática comporta que estos procesos cognitivos requieran además del lenguaje natural o las imágenes, la utilización de distintos registros de representación y de expresión, notaciones con símbolos para expresar operaciones, gráficos cartesianos, diagramas, etc. Estos distintos tipos de representación constituyen formas semióticas diferentes entendiéndose por tal las formas de representación mediante signos (Kanashiro y Oviedo, 2012; D'Amore, Fandiño, Iori, Matteuzzi, 2015). En las definiciones matemáticas escritas en el apartado anterior, ya se observa lo complicado que puede ser el simbolismo y el uso generalizado de variables que hace de la matemática un lenguaje diferente, superior, aunque hay semejanzas entre el idioma de la matemática y el idioma o lengua natural. Por otra parte Duval (2006) señala que toda actividad matemática se realiza necesariamente en un contexto de representación y que los estudiantes deberían ser capaces de reconocer un mismo objeto matemático de conocimiento en distintos contextos de representación y usarlos. Esto desde luego está asociado a la comprensión y al aprendizaje de conceptos matemáticos. En ese sentido Duval (ob. cit.) es más preciso cuando señala que los contextos de representación usados en la actividad matemática son fundamentalmente semióticos y tener en cuenta esa propiedad implica considerar los siguientes requisitos cognitivos:

La propiedad de transformación que siempre está presente en el procesamiento matemático. Esta transformación depende además del sistema semiótico de representación dentro de las representaciones que se generen. Por ejemplo en el caso de la función cuadrática y el

cálculo del vértice de la gráfica correspondiente.

La actividad matemática demanda que aunque los estudiantes utilicen distintos sistemas de representación semiótica, sean capaces de decidirse por el más adecuado según el propósito de la actividad. Esto además exige de parte del estudiante una coordinación interna que debe ser generada entre los diferentes sistemas de representación. De no existir una adecuada coordinación dos representaciones diferentes significarían para el estudiante dos objetos matemáticos diferentes. En el caso de la función cuadrática cuando se utiliza como modelo para calcular problemas de maximización y hacer una verificación o coordinación de registros para visualizar dicha situación en una gráfica, y además que el estudiante pueda verbalizar este significado como modelo para determinar este tipo de problema.

Se trata entonces de dos aspectos de la actividad matemática que deben considerarse en forma conjunta al momento de tratar de comprender las dificultades de aprendizaje. Adicionalmente la *conversión* y el *tratamiento* son dos clases de transformación de representaciones semióticas (Duval, 1995), ambas presentes cuando se examina la clase específica de transformación que se requiere cuando se cambia de sistema semiótico en el transcurso de una actividad matemática, por ejemplo, el estudiante que necesita reconocer en la fórmula de la función cuadrática si el vértice de la parábola (lenguaje gráfico) (h, k) es un punto máximo o mínimo porque además, posteriormente, durante el proceso, la resolución del problema le conduce a alguna forma de aplicación práctica de la fórmula inicial. La pregunta de cómo lograr que el estudiante realice adecuadamente la conversión implica la transformación lingüística de tipos diferentes de representación, lo cual tiene un nivel de complejidad importante para el estudiante.

Conviene en definitiva precisar lo que señalan D'Amore, Fandiño, Iori y Matteuzzi, (2015): "las representaciones semióticas de un objeto matemático deben ser interpretadas como una operación explícita de designación, distintas del objeto matemático (abstracto, ideal, que constituye un invariante de ellas) a la cual hacen referencia; del cual son, precisamente, representaciones" (p.181). Es decir, uno de los inconvenientes para el estudiante puede ser que demasiadas representaciones semióticas le impidan la construcción cognitiva del objeto del cual no es consciente antes de la propia representación semiótica (Duval, 1995), siendo esto crucial para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, en particular para el objeto matemático función cuadrática.

El contexto de estudio

El Colegio Estatal Militarizado CEM XI Wanda David

Wanderley **Pereira de Oliveira**, Ligia **Arrieta**

Aguiar está situado en Raiar do Sol en la zona oeste de la ciudad de Boa Vista que es la capital y el municipio más poblado del estado brasileño de Roraima. Los alumnos son atendidos por un total de 63 profesores de distintas áreas de conocimiento, 3 orientadores y 25 servidores de apoyo. Del grupo de 34 de estudiantes de uno de las secciones de 1er año atendidas por el autor de esta investigación, 3 de ellos decidieron ser participantes voluntarios para el estudio.

Para la recolección de la información en forma de datos verbales, se utilizó como instrumento una entrevista semiestructurada para obtener información acerca de cómo los estudiantes estructuran el concepto de función cuadrática en los distintos contextos de representación con apoyo del software Geogebra y el significado que le atribuyen. Se diseñó y aplicó a los estudiantes, una entrevista denominada *entrevista centrada en el problema* (Flick, 2004), denominada **Guión de entrevista semiestructurada** que incorpora 12 preguntas y estímulos narrativos y atiende a tres criterios principales:

- *Centrada en el problema*, es decir el investigador la orienta hacia un problema social pertinente, en este caso, hacia elementos que permitan inferir el sistema semiótico de representación y la transformación que se va desarrollando de las distintas representaciones semióticas (conversión y tratamiento) a partir de la comprensión del concepto de función cuadrática y con el apoyo del Geogebra.
- *La orientación del objeto*, los métodos se desarrollan o modifican con respecto a un objeto de investigación, que en este caso es la coordinación de los distintos sistemas semióticos de representación de la función cuadrática y en la construcción del concepto por parte de los estudiantes. Por tanto existe un interés primordial en presentarle al estudiante la oportunidad de argumentar y explicar el razonamiento y el lenguaje matemático verbal o escrito.
- *Orientación al proceso*, al proceso de investigación y a la forma de comprender el objeto de investigación, es decir, la coordinación de los distintos registros de representación semiótica vinculados a la construcción del concepto de función cuadrática con utilización del software Geogebra.

Estos tres criterios otorgan a la entrevista un gran potencial para ampliar información y hacer inferencias

acerca de la comprensión del objeto de estudio y además orientaron el proceso de análisis y construcción e interpretación de los textos generados (Flick, 2004). Con el objeto de ampliar y profundizar las explicaciones de los estudiantes traducidas en textos e interpretación de estos textos por parte del investigador, hubo necesidad de volver a una segunda entrevista con los participantes voluntarios, como se explicará más adelante.

Procedimiento para la recolección de datos

La realización de la entrevista como instrumento fundamental para la investigación se hizo bajo la orientación de profesores expertos en investigación cualitativa en educación con varios años de experiencia y se llevó a cabo con los estudiantes voluntarios durante el mes de agosto del año escolar 2018-2019. El profesor de la asignatura autor de esta investigación, viene desarrollando desde hace varios años una modalidad de enseñanza que en esta oportunidad está siendo sistematizada científicamente. Al comenzar el año escolar informó a la gestora principal de la escuela y a sus estudiantes acerca del estudio que se llevaría a cabo. Tres de sus estudiantes voluntariamente accedieron a responder la entrevista, con el respectivo permiso de sus padres y/o representantes no solo para la entrevista sino para el registro fotográfico. Se aseguró la confidencialidad pues su identidad no sería revelada de ninguna forma y sus respuestas no se considerarían incorrectas. El tiempo para llevar a cabo la entrevista era todo el que necesitara el estudiante y además podía en el transcurso de la misma, de escribir alguna explicación si lo consideraba necesario. Es decir, se intentaba recoger información del recurso verbal, escrito y gestual, puesto que el investigador, inmediatamente después de la entrevista tomaba nota de lo acontecido durante la misma, tratando de registrar todos los detalles.

El investigador tuvo un rol de participante completo, en donde optó por el uso de notas de campo después de cada sesión de clases en lugar de hojas de protocolo de observación estructuradas debido a que las observaciones se hicieron en una fase del proceso en la cual se necesitaban observaciones descriptivas y se recurrió a las anotaciones (inmediatamente después de cada encuentro de clases) de todos los acontecimientos sociales de los cuales fue testigo, en lugar de captar y anotar

al mismo tiempo. Teniendo en cuenta que se tiene una competencia limitada de los recuerdos, las situaciones se describían y se registraban siguiendo las orientaciones de Flick (2004) en cuanto a ciertas dimensiones que pueden orientar tal descripción: el espacio, los actores, la actividad, el objeto, las acciones, los acontecimientos, el tiempo, la meta y los sentimientos.

Procedimiento para el análisis de los datos

Luego de haber realizado las entrevistas, el investigador procedió a hacer la transcripción textual para el análisis de contenido siguiendo un orden sistemático (Taylor y Bogdan, 1994; Álvarez- Gayou, 2003):

- 1) Se transcribió y ordenó la información desde el registro electrónico hasta el papel. Comienza una fase de descubrimiento que consiste en examinar leyendo repetidamente la información y buscando los temas emergentes para proceder a hacer una tipología, desarrollando conceptos y proposiciones teóricas.
- 2) Posteriormente comenzó un proceso mediante el cual se agrupó la información obtenida en categorías (se codificaron los datos) asignando unidades de significados (temas, ideas o conceptos) a la información generada en texto. Se refinó el análisis a partir de ese corpus de texto. Finalmente se integró toda la información relacionando todas las categorías con los fundamentos teóricos de la investigación y los objetivos propuestos.

3) Códigos de clasificación y reglas de análisis

A los estudiantes voluntarios se les clasificó de la siguiente forma:

AM15: Estudiante 1, sexo femenino, edad quince años

BH16: Estudiante 2, sexo masculino, edad 16 años

CH17: Estudiante 3, sexo masculino, edad 17 años

En cuanto a las reglas de análisis se determinó que los textos analizados se segmentarían siguiendo lo estipulado por Duval (2006), en cuanto a los contextos de representación que en este estudio son: algebraico (a), gráfico (g) y lenguaje natural (ln) durante el proceso de conversión y tratamiento en el estudio de la función cuadrática con apoyo del Geogebra.

4) Desarrollo de categorías

De acuerdo al orden de las preguntas que sirvió de guía para la entrevista, se agruparon las respuestas de acuerdo a frases, palabras clave o trozos de texto que reflejaban unidades temáticas lo más fuertemente asociadas a la propuesta de Duval (ob. cit.) de modo que esa definición dominante generaba una categoría.

5) Integración final de los hallazgos

Se refiere a la etapa del análisis en la cual con la mirada reflexiva del investigador, las respuestas agrupadas en categorías por similitud de contenido y por un proceso de comparación y contraste, se procedía a la comprensión e interpretación de los datos según lo propuesto por Duval (2006).

Resultados

Con la información obtenida previamente en observaciones de clase, se procedió a realizar las entrevistas a través de un Guion de Entrevista Semiestructurada con un conjunto de seis (6) comentarios y preguntas introductorias y seis (6) preguntas dirigidas. Este guion orientó la entrevista la cual según las respuestas que se iban generando, en ocasiones cambiaba según el rumbo de la conversación. Se presenta, a continuación, un par de ejemplos de la secuencia de las respuestas de cada pregunta por parte de cada uno de los entrevistados junto con un comentario o análisis de las mismas.

Uno de los cuestionamientos, denominado (**P3**), fue acerca de lo que es la matemática para él como estudiante. Las respuestas fueron las siguientes:

AM15 _ “é a compreensão do mundo por meio dos números”.

BH16 _ “é o conhecimento que utiliza os números”.

CM17 _ “é uma matéria que estuda os números e as suas propriedades”.

Los voluntarios coinciden en afirmar una definición de la matemática solo relacionada con el manejo numérico. Destacan tres aspectos: la matemática asociada a la comprensión, la matemática asociada al conocimiento y la matemática asociada solo a su naturaleza numérica.

La siguiente pregunta, (**P5**), los orientó a que explicarían si cuando escuchan la expresión *función cuadrática* recuerdan o lo asocian con el Geogebra.

Wanderley **Pereira de Oliveira**, Ligia **Arrieta**

AM15 _ “Sim. Pois é como se fosse apenas mais uma parábola. E parábolas devem ser vistas e revistas e dentro destas parábolas tem mais coisas ainda mais interessantes.”

BH16 _ “Eu lembro agora porque ele se tornou uma ferramenta essencial porque facilita na resolução de problemas”.

CM17 _ “Sim. Porque no GeoGebra ele já mostra a Função Quadrática em uma Parábola e fica mais fácil”.

Los informantes expresan una relación directa entre la función cuadrática, su representación gráfica y el apoyo del Geogebra en la construcción gráfica. Señalan en forma precisa la forma de la gráfica como parábola así como herramienta esencial en la resolución de problemas.

Interpretación y categorización

En este apartado se resumen los hallazgos de la entrevista.

P1. Desde cuando es usuario del Geogebra

Todos los informantes coinciden en que conocieron el Geogebra por primera vez en el aula de clase. Uno de ellos además afirma la importancia que tiene la tecnología en la vida de los alumnos, especialmente a los que gustan de la matemática. Esto está relacionado al potencial de esa herramienta auxiliar en la actividad pedagógica. Aquí surge la categoría IT de otorgar importancia al uso de herramientas tecnológicas durante el estudio de contenidos matemáticos.

P2. Como aprendió a usar el software

Los informantes coinciden que aprendieron a utilizar el Geogebra en clase y además señalan el papel del profesor al introducir esta herramienta auxiliar. En ese sentido la responsabilidad del profesor es importante al introducir convenientemente un recurso auxiliar en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Adicionalmente uno de los informantes asocia la importancia de la tecnología, el papel del profesor y la resolución de problemas. Esto último es el escenario natural donde se desarrolla la actividad matemática. Aquí están presentes entonces la categoría IT, la categoría PP y la categoría RP.

P3. Qué es la matemática

Los entrevistados coinciden en sus respuestas al mostrar una noción de la matemática que se suscribe a la categoría de una representación semiótica de registro numérico (RSRN). No obstante se asocia la matemática con comprensión C (aparece en una oportunidad) y con conocimiento (aparece en una oportunidad). Esta parte de las respuestas revela un nivel de comprensión que conlleva a un desempeño comprensivo de la matemática a través de los números y en particular de la función cuadrática.

P4. Dificultades para aprender algún contenido matemático

Por las respuestas obtenidas, los informantes asocian las dificultades al contenido CAC (expresada en dos oportunidades) y una de las respuestas alude a no tener significado para ciertos contenidos matemáticos (en una oportunidad). Aún más, una de las respuestas se suscribe a la representación semiótica de registro gráfico (RSRG) para lo cual tampoco tienen significado.

P5. Asociación entre Geogebra y función cuadrática

Dos de las respuestas hacen énfasis en la vinculación entre Geogebra y representación semiótica de registro gráfico (RSRG) y una respuesta hace vinculación entre Geogebra y representación semiótica de registro numérico (RSRN). Vuelve a presentarse además la vinculación con resolución de problemas.

P6. De qué forma el Geogebra favorece el aprendizaje de función

En una de las respuestas aparece clara vinculación entre los comandos del software y los elementos de la fórmula general de la función cuadrática (coeficientes de las variables asociadas), no obstante el estudiante afirma acerca de una familia infinita de funciones cuadráticas. Esto alude a una representación semiótica de registro numérico (RSRN) y a una representación semiótica de registro gráfico (RSRG) así como también a una coordinación adecuada entre ambos registros.

P7. Concepto de función cuadrática

En una de las respuestas se declara la definición formal de función cuadrática en forma oral, además que el entrevistado insistió en escribirla en papel y lápiz. Lo ex-

presado oralmente se corroboró por escrito y además los gestos que acompañaban la narración, aludían a la representación gráfica de la función cuadrática (RSRLn, RSRG, RSRN). Las otras dos respuestas se relacionan únicamente con la representación gráfica de la función (RSRG).

P8. Utilidad del Geogebra para el aprendizaje de la función cuadrática

Una de las respuestas vincula el software, el tiempo utilizado en la resolución de problemas y la comprensión (Geogebra-RS-C). Otra de las respuestas vincula el Geogebra, el tiempo de resolución de problemas en registro gráfico y numérico (RSRG, RSRN). Una única respuesta vincula Geogebra, RSRG, resolución de problemas y comprensión del contenido matemático (Geogebra-RSRG, RP, C)

P9. Resolución de problemas cotidianos (de aplicación a otras áreas)

Las respuestas vinculan el Geogebra con la resolución de problemas del área de la física y además con el estudio en forma independiente (Geogebra-RP)

P10. Recomendación para la utilización del Geogebra

Las respuestas coinciden en apoyar el uso del Geogebra para el estudio de la función cuadrática. Una de ellas destaca la vinculación del Geogebra con la representación gráfica (RSRG) y la resolución de problemas de aplicación (RSRN).

Discusión

Desde el punto de vista teórico, la Educación Matemática se fortalece cuando a partir de espacios de investigación se llevan a cabo este tipo de estudios para aproximarse a la solución de una problemática asociada al proceso de enseñanza-aprendizaje de un concepto matemático en este caso el de *función cuadrática*. El campo de las investigaciones relacionadas a la construcción

de conceptos matemáticos y su comprensión, es amplio. En particular destaca la importancia de un estudio que ha sido planteado para fundamentar desde la teoría de las representaciones semióticas la utilización del software Geogebra como ruta alternativa en el estudio de los elementos y características de la función cuadrática. Se ha logrado describir los sistemas semióticos que poseen los tres estudiantes de la escuela Wanda David Aguiar acerca del concepto ya mencionado y la coordinación que algunos de ellos logran de los distintos tipos de representación semiótica, evidenciando que se acercan a definiciones tradicionales. Adicionalmente, estos dan cuenta de la vinculación directa entre el Geogebra y los elementos asociados a estos registros.

La coordinación de los distintos tipos de representación en uno de los estudiantes se ha logrado satisfactoriamente y parcialmente en los otros dos. Duval (2006) señala que esta coordinación involucra ciertos requisitos cognitivos. La información suministrada por los estudiantes que voluntariamente participaron en la investigación como informantes clave, dan cuenta de ello. Los conocimientos previos al tema en cuestión es uno de los requisitos en este caso, así como también la adecuada vinculación entre el contenido asociado a función cuadrática y la manipulación del software. Existen por otra parte condicionantes importantes que impactan en lo cognitivo, tales como el tiempo dedicado a la actividad, la retroalimentación oportuna y adecuada por parte del profesor podrían mencionarse. La utilización del software debe ser planificada, manejada y orientada cuidadosamente por el docente con retroalimentación y refuerzo permanente y con espacios para el estudio independiente por parte del estudiante.

Finalmente, se concuerda en que estos resultados son parciales y todavía queda mucho por investigar al respecto, aun así, se destaca que la relación entre enseñanza de la matemática y el uso de la tecnología no resulta obvia y requiere de mucha reflexión que debe fundamentarse en investigaciones sucesivas y sistemáticas.

Referencias

- Alfonzo, Z. (2012). Didáctica de las funciones lineal y cuadrática asistida por computador. PAIDEIA. N° 98.
- Álvarez-Gayou, J. L. (2003). Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología. México: Paidós.
- Borba, M. y Penteadó, M. (2001). Informática e Educação Matemática. Coleção Tendências em Educação Matemática. 4ª ed. Belo Horizonte: Autêntica.

Wanderley **Pereira de Oliveira**, Ligia **Arrieta**

- D'Amore, B., Fandiño, M., Iori, M. y Matteuzzi, M. (2015). Análisis de los antecedentes históricos-filosóficos de la "paradoja cognitiva de Duval". RELIME. 18 (2). 177-212.
- Duval, R. (1995). Semiósisis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizaje. Berna: Lang.
- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la Educación Matemática: la habilidad de cambiar de registro de representación. La gaceta de la RSME, Vol. 9. 1,143-168.
- Flick, U. (2004). Introducción a la investigación cualitativa. Madrid: Morata.
- Hitt, F. (2003). Una reflexión para la construcción de conceptos matemáticos en ambientes con tecnología. Boletín de la Asociación Matemática Venezolana, Vol. X, N°2.
- Insuasti, E. (2014). Modelización de situaciones para el estudio de la función cuadrática al integrar TIC: el caso de la plataforma PhET. Trabajo de grado de Licenciatura no publicado. Universidad del Valle. Colombia.
- 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 (13). 189-224.
- Oviedo, L. y Kanashiro, A. (2012). Los registros semióticos de representación en matemática. Revista Aula Universitaria.13, 29-36.
- Taylor, S. T. y Bogdan, R. (1994). Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación. España: Paidós.
- Zill, D. y Dewar, J. (2012). Precálculo con avances de cálculo. México, D. F.: McGraw-Hill.

Copérnico