



EL RECURSO EDUCATIVO DIGITAL PARA ENSEÑAR FUNCIONES “FUNÇÃO RESGATE” Y LAS OPINIONES DE LOS PROFESORES MATEMÁTICA

O RECURSO EDUCACIONAL DIGITAL PARA ENSINAR FUNÇÕES “FUNÇÃO RESGATE” E A OPINIÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

1

THE DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCE TO TEACH FUNCTIONS “FUNÇÃO RESGATE” AND THE OPINIONS OF MATHEMATICS TEACHERS

María Paz Gazzola¹
María Rita Otero²

Resumen: Se analiza la opinión de 36 profesores de matemática en servicio sobre el Recurso Educativo Digital (RED) *Função Resgate*, diseñado para enseñar y estudiar funciones en la escuela secundaria. Primero, se aplicaron dos cuestionarios para conocer cuáles funciones ellos enseñan, cómo lo hacen y cuál es su opinión sobre el recurso. Luego, se realizaron cuatro entrevistas semiestructuradas con profesores seleccionados al azar entre la muestra inicial. Los profesores califican al RED como motivador para los estudiantes, pero sólo lo consideran como un recurso para ejemplificar y/o repasar y no para enseñar por medio de él. Estas opiniones estarían fundadas en una concepción epistemológica de las matemáticas que la considera más un sistema de representación que un conocimiento, y, en consecuencia, los profesores desvalorizan la actividad desplegada al jugar, como si no requiriera conocimiento matemático, que se encuentra implícito en la acción del jugador para ganar.

Palabras-clave: Recurso Educativo Digital. Profesores de matemática. Funciones matemáticas.

Resumo: Analisa-se a opinião de 36 professores de matemática em serviço sobre o Recurso Educativo Digital (RED) *Função Resgate*, projetado para ensinar e estudar funções na escola secundária. Primeiro, foram aplicados dois questionários para saber quais funções eles ensinam, como o fazem e qual é sua opinião sobre o recurso. Foram realizadas quatro entrevistas semiestructuradas com professores selecionados aleatoriamente da amostra inicial. Os professores qualificam o RED como motivador para os estudantes, mas só o consideram um recurso para exemplificar e/ou repassar e não para ensinar por meio dele. Estas opiniões basear-se-iam numa concepção epistemológica da matemática que a considera mais como um sistema de representação do que como um conhecimento e, por conseguinte, os professores desvalorizam a actividade exercida no jogo, como se não requeresse conhecimento matemático, que se encontra implícito na ação do jogador para ganhar.

Palavras-chave: Recurso Educacional Digital. Professores de matemática. Funções matemáticas.

¹ Doctora en Enseñanza de las Ciencias, mención Matemática. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, NIECyT, CONICET. ORCID: 0000-0002-6115-0817. mpgazzola@niecyt.exa.unicen.edu.ar.

² Doctora en Enseñanza de las Ciencias. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, NIECYT, CONICET. ORCID: 0000-0002-1682-9142. rotero@niecyt.exa.unicen.edu.ar.



Abstract: It analyzes the opinion of 36 mathematics teachers in service on the Digital Educational Resource (RED) Função Resgate, designed to teach and study functions in high school. First, two questionnaires were applied to know what functions they teach, how they do it and what their opinion on the resource is. Four semi-structured interviews were then conducted with teachers randomly selected from the initial sample. Teachers rate RED as a motivator for students, but only as a resource to exemplify and/or review and not to teach through it. These opinions would be based on an epistemological conception of mathematics that considers it more a system of representation than a knowledge, and, consequently, teachers devalue the activity deployed when playing, as if it did not require mathematical knowledge, which is implicit in the player's action to win.

Keywords: Digital Educational Resource. Mathematics teachers. Math functions.

Submetido 23/01/2023

Aceito 19/05/2023

Publicado 02/06/2023

Introducción

Los recursos Educativos Digitales (RED) son todos aquellos recursos con fines didácticos soportados por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Adoptamos el concepto de recurso de Adler (2000, 2012): un recurso es todo aquello que da sentido, apoya y proyecta el trabajo del profesor, sin circunscribirse a los objetos materiales y considerando también a los recursos simbólicos como nociones matemáticas, intercambios con colegas o las producciones de los estudiantes.

La situación provocada por la pandemia del año 2020 impulsó la transformación digital en la escuela y modificó tanto el trabajo del profesor como la forma de enseñar y de estudiar. Las instituciones educativas, y principalmente los profesores, han debido aprender sobre la marcha acerca de la digitalización y buscar alternativas para desarrollar su trabajo profesional. En este contexto sanitario, los avances tecnológicos contribuyeron a la evolución y proliferación de los recursos educativos, dando lugar a Recursos Educativos Digitales (RED) que incluyen, por ejemplo, plataformas interactivas, videos, audios, gamificación y hasta realidad virtual y aumentada y simulaciones. Aun así, investigaciones recientes (LLANOS et al., 2023) muestran que los RED no fueron utilizados por los profesores argentinos durante la enseñanza on-line, y que ellos restringieron y readaptaron los recursos para continuar con una enseñanza relativamente similar a la habitual. Por ejemplo, los profesores se auto filmaban exponiendo y escribiendo en pizarrones improvisados en su hogar, en lugar de usar el classroom o similar.

La pandemia aceleró los tiempos de la sociedad digital (MOSSBERGER, 2007), en consecuencia, ningún ámbito, incluido la escuela podrá eludir este proceso. Los RED son una opción afín a esta nueva era, pueden abordar diferentes temas de una o más disciplinas y utilizar diversos contenidos multimediales. Nuestra investigación pretende analizar los procesos de apropiación de este tipo de recursos por los docentes de matemática y ciencias como parte de un nuevo paradigma de enseñanza, basado en la indagación y el cuestionamiento (CHEVALLARD, 2013; OTERO, 2021, OTERO, GAZZOLA y LLANOS, 2022). Particularmente, en el trabajo que presentamos aquí, utilizamos un RED creado y patentado por el laboratorio V-Lab-UFPE llamado *Função Resgate* (GOMES, ET AL., 2022), propuesto para la enseñanza- aprendizaje de las funciones matemáticas en la escuela secundaria, y analizamos

la opinión de un grupo de profesores de matemática en servicio acerca de este RED y de la posibilidad de utilizarlo en sus clases.

En el contexto de esta investigación (GAZZOLA y OTERO, 2023), distinguimos dos aspectos básicos del RED utilizado: por un lado, lo didáctico, ya que este permite la realización de procesos de enseñanza basados en la indagación mediante la gamificación; y por el otro lado lo digital, relativo a la codificación de la información que requiere de tecnología para su reproducción, y más específicamente de dispositivos móviles. Tanto la gamificación como el uso de dispositivos móviles son naturales para los estudiantes, mientras que, como afirma Prensky (2002), son ajenas a los profesores, quienes según este autor son ‘inmigrantes digitales’, a diferencia de los primeros que se denominan “nativos digitales” (ÍBID, 2002). En este contexto, es relevante contribuir con la formación de los profesores de matemáticas propiciando el dominio de las tecnologías digitales y su utilización didáctica eficaz, que requiere analizar y cuestionar el saber.

Marco Teórico

El paradigma de la indagación y el cuestionamiento, propuesto por la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD), aboga por una enseñanza acorde con las características de la ciudadanía del siglo XXI y se funda en la idea de que el aprendizaje es un proceso que se desarrolla durante toda la vida (CHEVALLARD, 2013). Aquí, lo central es investigar y estudiar preguntas, en lugar de respuestas, como ocurre en la enseñanza tradicional (OTERO, 2021). Un profesor que enseñe con un recurso acorde a dicho paradigma necesita estudiar y analizar preguntas explotando la potencialidad de las cuestiones y su alcance matemático y didáctico (OTERO, GAZZOLA y LLANOS, 2022). Indagar y cuestionar requieren de pares complementarios de acciones o gestos didácticos dialécticos que se convocan mutuamente (CHEVALLARD, 2013): formular preguntas y elaborar respuestas, entrar en un tema y salir de él cuando resulte pertinente, ‘aclarar’ saberes relevantes y ‘dejar oscuros’ otros, fabricar comunitariamente el medio de estudio y contribuir a él con estudios individuales, deconstruir y adaptar respuestas que ya existen, difundirlas y recibir respuestas de otros, analizar y sintetizar (OTERO y GAZZOLA, 2022). Estas acciones están prácticamente ausentes en la enseñanza tradicional.

La Aproximación Instrumental de lo Didáctico (EID) (RABARDEL, 1995), se desarrolla en el ámbito de la Didáctica Profesional (PASTRÉ, MAYEN y VERGNAUD, 2006; PASTRÉ, 2008) para analizar y entender cómo una persona que usa un artefacto en una situación laboral, construye un esquema de uso del mismo (VERGNAUD, 1998, 2013). Aquí, tiene lugar un proceso de apropiación, que requiere distinguir entre el artefacto en sí y el instrumento que la apropiación genera. Es mediante este proceso, denominado por Rabardel (1995) génesis instrumental, que el artefacto se vuelve un instrumento para el usuario. Si el usuario es un profesor, su actividad con el artefacto y la situación que la promueve son determinantes (OTERO, 2021). A lo largo de su vida profesional los profesores producen diversas génesis instrumentales y generan conocimientos que les permiten decidir y actuar de manera rápida, afrontar los cambios en una tarea y garantizar resultados productivos y viables (OTERO y GAZZOLA, 2022). La génesis instrumental, comprende dos procesos interrelacionados (RABARDEL, 1995): la instrumentalización, que se refiere a cómo el sujeto asimila y personaliza el uso del artefacto en una situación de formación o de trabajo determinada, a partir de los esquemas que ya posee; y la instrumentación, que ocurre cuando el sujeto reestructura su acción a partir del artefacto para realizar la tarea en cuestión, modificando sus esquemas. Estos procesos son dialécticos e inacabados, por más pericia que un profesional posea en el uso de un instrumento, siempre le será posible incrementarla y afianzarla, desarrollando aspectos nuevos.

En el contexto de esta investigación se utilizan elementos de ambos marcos teóricos: la TAD para desarrollar y analizar procesos de enseñanza conforme al paradigma de la indagación y el cuestionamiento del mundo, y la EID para analizar los procesos de apropiación de los RED por parte de los profesores de matemática en servicio.

Metodología

La investigación pretende analizar la génesis instrumental de los profesores de matemática y ciencias cuando utilizan Recursos Educativos Digitales (RED), como parte de una enseñanza por indagación. Se divide en tres etapas: la inicial consiste en la primera interacción de los profesores con un recurso, donde se emplean dos cuestionarios y realizan entrevistas semi-estructuradas. Los cuestionarios se aplican de la siguiente manera: uno antes de tener conocimiento sobre el recurso y uno después de haber interactuado con él. Aquí los profesores generan

conocimiento sobre el RED y evalúan sus potencialidades. Posteriormente se realizan las entrevistas a algunos profesores seleccionados al azar para complementar la información recabada antes. En una segunda etapa, y conforme a la metodología propia de la aproximación instrumental, los profesores planifican una posible enseñanza utilizando el recurso, para luego, realizar la implementación de su propuesta en un aula concreta.

En este trabajo, se presentan los resultados de la primera de estas etapas. Se trata de un estudio exploratorio y de corte cualitativo (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, BAPTISTA, 2014), en el cual participaron 36 profesores de matemática en servicio de diferentes provincias y regiones argentinas, seleccionados intencionalmente.

Se diseñaron y validaron dos cuestionarios (GAZZOLA y OTERO, 2023). El cuestionario 1 se administró a los profesores antes de conocer el juego. El objetivo principal es indagar sobre las funciones que ellos enseñan, cómo y con qué recursos lo hacen. Luego, los profesores jugaron el juego pasando por todos los niveles y posteriormente, respondieron el cuestionario 2, cuyo propósito es relevar su opinión sobre el RED y saber si lo incorporarían a sus clases cuando enseñan funciones. Ambos cuestionarios se respondieron de manera on-line y todas las respuestas quedaron almacenadas en una planilla de cálculo. La consistencia interna de los dos instrumentos se evaluó con el indicador Alfa de Crombach, siendo $\alpha = 0,709$ para el cuestionario 1 y $\alpha = 0,91$ para el cuestionario 2, ambos valores son aceptables en el ámbito de la educación.

Para triangular la información, se seleccionaron cuatro profesores al azar (P1 a P4) y se realizaron entrevistas semiestructuradas, basadas en los tres ejes siguientes: cómo se enseñan las funciones habitualmente y qué conocimientos es importante enseñar; el uso del juego para enseñar funciones y tratamiento que se le da al conocimiento dentro de él; y las ventajas y desventajas del juego en relación al conocimiento y su uso en el aula. Las entrevistas se grabaron en video y tienen una duración de entre 10 y 17 minutos. Las transcripciones se realizaron por medio de un software de transcripción de audio de videos a texto y fueron además revisadas por los investigadores.

Se analizaron los casos de P1 y P2, ambas profesoras de matemáticas radicadas en la provincia de Buenos Aires, que cuentan con una antigüedad en la profesión de entre 0 y 10 años, y dedican a la docencia entre 0 y 20 horas semanales. La profesora P3 es de la provincia

de Chaco, su antigüedad docente es de entre 11 y 20 años y semanalmente trabaja entre 21 y 40 horas. La profesora P4 pertenece a la provincia de Entre Ríos, tiene una antigüedad profesional de entre 0 y 10 años y trabaja en la docencia entre 21 y 40 horas semanales.

Função Resgate

El RED *Função Resgate* (GOMES ET AL., 2022) es un videojuego creado por el equipo V-Lab-UFPE con el financiamiento del Ministerio de Educação do Brasil. Este grupo desarrolló un conjunto de RED en matemáticas y ciencias para sustentar la enseñanza en Brasil durante el período de aislamiento producto de la pandemia del Covid-19. Este RED está propuesto conforme a la Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Fundo Nacional da Educação Básica, 2019), y tiene como objetivo ayudar a los estudiantes/jugadores a desarrollar ciertas habilidades específicas como analizar funciones definidas por una o más sentencias en sus representaciones algebraicas y gráficas, identificar el dominio y la imagen, el crecimiento y decrecimiento, y transformar las representaciones algebraicas en representaciones gráficas y viceversa. Específicamente, *Função Resgate* está orientado hacia las representaciones gráficas y algebraicas de ciertas funciones, propiciando el uso de los parámetros característicos de una cierta función expresada de una manera relativamente oficial. Este tratamiento es similar al propuesto en los diseños curriculares argentinos.

El objetivo del juego es “salvar” vidas marinas atrapadas en desechos de la acción humana como redes de pesca, latas, etc. El escenario representa el fondo del océano y se encuentran allí las especies a rescatar y ciertos obstáculos que hay que sortear, tales como rocas y desechos humanos. La ubicación de los desechos y de las especies a salvar varía según el nivel, complejizándose a medida que se avanza en el juego (Figuras 1 y 2).

Figura 1 – pantalla del juego, nivel 2

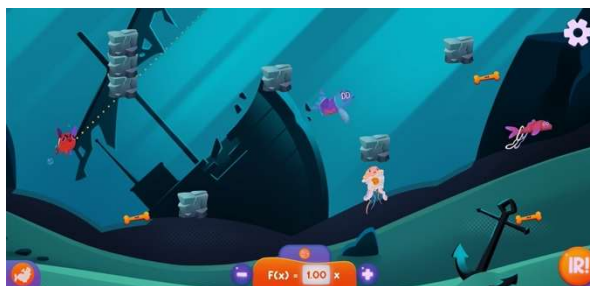


Figura 2 - pantalla del juego, nivel 12



Fuente: capturas de pantalla del juego

Para “salvar” a estas especies en peligro se cuenta con un equipo de héroes llamados *peixorros*, cada uno de los cuales representa un tipo de función matemática determinada, que puede ser función constante, lineal, afin, cuadrática, seno, coseno, exponencial, logarítmica y módulo. En la pantalla de inicio, el juego ofrece una sección con la identificación de cada peixorro y una explicación sintética de la función que representa (un ejemplo se muestra en la Figura 3). El jugador elige una función a utilizar e interactúa con los parámetros en la representación algebraica de dicha función y, en tiempo real, observa el comportamiento de la curva que indica la trayectoria que realizará el Peixorro. En esta acción, el jugador tiene la posibilidad de activar la vista del plano cartesiano para acceder a las coordenadas $(x; y)$ donde se encuentran las especies (Figura 4). No todas las funciones están disponibles siempre. Cada nivel permite acceder a determinadas funciones, que aparecen respetando un orden cronológico establecido curricularmente de ‘complejidad’ creciente (GAZZOLA y OTERO, 2023).

Figura 3 – descrição de Ameixa

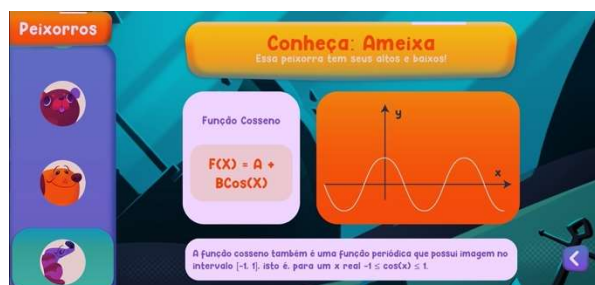


Figura 4 – ‘radar’ ativado, nível 7



Fuente: capturas de pantalla del juego

El RED posee una interfaz de alumno y otra de profesor, en este último caso, se propone una guía didáctico-pedagógica que ofrece diversos escenarios de aprendizaje posibles y también el acceso a otros recursos digitales de consulta. El recurso está disponible en idioma portugués en la plataforma MEC-RED³ y es de libre descarga. Dicha plataforma permite a los docentes acceder a numerosos y diversos recursos digitales y también colaborar, reportando sus experiencias de uso con ellos.

³ <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/usuario-publico/16408/>

En el apartado siguiente sintetizamos los principales resultados de los cuestionarios aplicados a los profesores de matemática en servicio acerca de su enseñanza habitual de funciones y su valoración sobre este juego y analizamos la opinión de los cuatro profesores que participaron de las entrevistas, cuya información nos permite profundizar y comprender mejor lo obtenido en los cuestionarios.

Resultados de los cuestionarios

Una descripción detallada sobre los cuestionarios y los resultados de su aplicación se encuentra en Gazzola y Otero (2023). En términos generales, las respuestas del primer cuestionario indican que:

- Los profesores enseñan función en general, a partir de una definición (relativamente conjuntista) y sus características, para luego abordar algunos casos de funciones particulares.
- Las funciones más enseñadas en la escuela secundaria son afín y cuadrática.
- Las menos enseñadas son las funciones trascendentes seno, coseno y la función módulo.
- Para enseñar las funciones, mayoritariamente se comienza con un ‘problema de contexto’ para introducir (forzadamente) la fórmula y luego se propone un material que los profesores describen como “*teórico-práctico*”, que suele ser elaborado por ellos.
- Principalmente se enseña la fórmula de las funciones, las variables dependiente e independiente (de manera absoluta), los puntos notables, la representación gráfica a partir de tablas de valores, los conjuntos de positividad y negatividad, los intervalos de crecimiento y de decrecimiento. Todo esto se impone de manera ostensiva y sin justificación.
- En menor medida se enseñan nociones relativas a los parámetros, la relatividad entre variables y parámetros, la posibilidad de intercambiarlos y ecuaciones.
- Las inecuaciones, los sistemas de ecuaciones e inecuaciones, los sistemas mixtos relativos a cada función, no se enseñan.



- La utilización de recursos digitales como videos de YouTube o libros on-line, incluso de software fuertemente difundidos y gratuitos como el GeoGebra o las planillas de cálculo es muy escasa.

Los resultados del segundo cuestionario evidencian mayoritariamente una valoración neutra o media del juego *Função Resgate* y del tratamiento que dicho recurso hace de las funciones. En una escala Likert de tres grados: bajo, medio y alto, en relación al juego, los profesores:

10

- Otorgaron valoración media al interés que promueve el juego por las funciones, al feed-back que ofrece sobre el conocimiento matemático, a la dificultad que presenta para los usuarios (estudiantes), y al interés que genera jugarlo más de una vez.
- Las valoraciones altas se corresponden mayoritariamente con la interface del RED tal como la estética y el diseño del juego.

En relación al tratamiento de las funciones en el juego:

- Las valoraciones positivas fueron relativas a la definición, la representación algebraica y el uso del plano cartesiano.
- El tratamiento de los puntos notables y el papel de los parámetros para ganar el juego tuvo una valoración media.
- Las valoraciones negativas fueron relativas al cálculo algebraico que promueve el RED.
- Los profesores consideran que las funciones más difíciles para jugar y ganar son las armónicas y la cuadrática.

Finalmente, la totalidad de los profesores encuestados dice que usaría el juego en sus clases, principalmente en la enseñanza de la función afín y la función cuadrática. En su mayoría eligen las opciones relacionadas con una enseñanza tradicional, tales como utilizar el juego para integrar y repasar una vez estudiadas todas las funciones; explicar y ejemplificar una función y luego proponer que los estudiantes jueguen, o proponer un material con ejercicios y que esté involucrado el juego. Esto significa que estos profesores sólo usarían el RED a posteriori de la enseñanza – como un recurso para repasar– y no como parte de ella.

Resultados de las entrevistas

Caso 1

La profesora P1 parece tener una posición crítica hacia el uso de los juegos como herramienta para enseñar matemáticas y expresa en diferentes momentos de la entrevista un punto de vista negativo sobre el RED *Função Resgate*, y sobre la posibilidad de incorporarlo en su trabajo habitual. Aun así, reconoce que podría ser un recurso para “motivar” a los estudiantes, pero admite que tiene ciertas dudas sobre la efectividad de su uso.

P1[00:00:35]: *En general el juego no me gustó tanto como para ponerlo en un aula, por ejemplo. Sí, si fuera necesario lo usaría a modo de incentivo, porque sabemos que a los chicos eso los motiva, por ahí ponerles cuestiones que tienen que ver con lo que ellos están más relacionados, como los juegos.*

P1[00:01:47]: *Es algo a lo que ellos están habituados y puede generarles un poco de interés, pero me genera dudas a ver si ese juego sirve o no para que ellos incorporen el tema.*

Según sus dichos, ante la situación hipotética de utilizar el juego, P1 lo haría después de la enseñanza, sólo le encuentra aplicación como un recurso para comparar las gráficas de las funciones con los “conceptos teóricos” es decir las definiciones ya estudiadas, porque considera que el uso del juego por sí solo no sería suficiente para que los estudiantes comprendan los conceptos matemáticos.

En relación a la matemática involucrada en el juego, esta profesora remarca la variación de parámetros y la visualización automática que admite el RED que permiten “ver” más fácilmente las modificaciones de las gráficas, pero menciona que no es apropiada la selección que se puede hacer para el valor de los distintos parámetros, ya que no se puede seleccionar uno específico, sino que el programa los modifica según se presionen las teclas + o -. En relación a esto último expresa dudas sobre su efectividad, porque considera que los estudiantes pueden hacerlo de manera automática, como habitualmente hacen con los juegos, y así no establecer vinculaciones con la matemática.

P1[00:11:17]: [...]lo tienen tan automático que no sé si lo llegarían a relacionar ellos con algo matemático después.

Cuando enseña funciones, P1 se enfoca puntualmente en las representaciones gráficas, y la utilización de algunos puntos notables y características como el crecimiento y decrecimiento, para realizar gráficas si recurrir a la construcción de ‘tablas de valores’.

Caso 2

La profesora P2 tiene una opinión positiva acerca del uso del juego para enseñar. En la entrevista, menciona que el RED podría insertarse en su trabajo habitual y utilizarse en diversos años de la escuela secundaria, y agrega que efectivamente lo usó en sus clases para analizar los parámetros de las funciones polinómicas de grado dos, las exponenciales y las logarítmicas, que estaban siendo estudiadas en ese momento. Cuando se le pregunta acerca de cómo lo utilizó, menciona que lo hizo después de la enseñanza de las funciones -e incluso de manera opcional-, como una herramienta para “mostrar” los desplazamientos de las gráficas cuando se modificaban los parámetros de las fórmulas.

En relación al tratamiento de los parámetros dentro en el juego, esta profesora destaca el tiempo de visualización de las modificaciones de la gráfica en comparación con la realización de gráficas “a mano”. Valora positivamente el hecho de “ver” rápidamente las transformaciones de estas representaciones. Sin embargo, reconoce que el tratamiento de los parámetros no es completo y menciona que en los casos de las funciones seno y coseno hay parámetros que están ausentes.

Esta profesora reconoce que la utilización de un juego motiva a los estudiantes, pero al igual que P1, considera que ellos pueden jugar sin establecer relaciones con el conocimiento matemático, aunque en este punto, resalta la importancia de la presencia del docente para que el recurso permita estudiar matemática.

P2[00:10:44]: Lo que puede pasar igual con el juego es que lo jueguen sin prestar atención realmente a las funciones. Tiene que haber una intervención del docente ahí para que realmente sirva. Si no, igual lo podés pasar sin saber lo que es una



función, sin reconocerlas o analizarlas. El juego por mandárselo y ponerlos a jugar en sí no les aporta mucho (a los estudiantes).

Cuando enseña funciones, P2 utiliza problemas de contexto que le permitan a los estudiantes arribar a una fórmula para luego definir la función que está en juego. Ella parece estar interesada en fomentar la investigación y el trabajo colaborativo entre el profesor y los estudiantes, y ve en el juego una herramienta útil para lograr ese objetivo.

13

Caso 3

La profesora P3 tiene una opinión positiva sobre el uso del juego para enseñar, y considera que cualquier recurso digital, incluyendo videojuegos, es útil para los estudiantes.

P3[00:00:33]: En general estoy a favor de los softwares o cualquier videojuego, cualquiera que sea, cualquier recurso didáctico, digamos que sea siempre a favor del alumno [...]. Muchas veces en las clases vemos a los alumnos que llevan el celular y están jugando a los videojuegos o con lo que sea, siempre lo relacionado con el juego, me parece que es un buen recurso para utilizarlo.

Esta profesora estaría dispuesta a utilizar *Função Resgate* en sus clases habituales y sugiere incorporar tareas que involucren el juego, especialmente para enseñar funciones como la afín, la lineal y la polinómica de grado dos. Ella reconoce que las restantes funciones no las elegiría porque habitualmente no las enseña. Aunque utilizaría el RED, lo considera “*bastante básico*” y menciona que para ella predomina lo lúdico por sobre el conocimiento matemático.

Cuando enseña funciones habitualmente, esta profesora se centra en el concepto (definición por fórmula), representación gráfica y análisis de algunos puntos relevantes como raíces, ordenada al origen o en el caso de las funciones cuadráticas, el vértice. Para analizar los parámetros, sólo utiliza el coeficiente principal y propone considerar los casos en que es mayor a cero o menor a cero. La profesora es siempre la que les proporciona en la clase las definiciones y explicaciones.

Al igual que los dos casos anteriores, remarca que los estudiantes podrían jugar y ganar el juego sin tener conocimiento sobre las funciones, y sin llegar a relacionarlo con ellas. También resalta la importancia del docente tanto para establecer estas vinculaciones como para explicar las variaciones de las gráficas que se representan en el juego.

Caso 4

La profesora P4 tiene una opinión neutra sobre el juego. Considera que podría ser incorporado en su trabajo habitual, pero no como una herramienta para enseñar, sino como una actividad de cierre o de profundización. En su opinión, el juego no tiene la teoría suficiente que se requiere para enseñar matemáticas, pero sí cree que es un recurso que motivaría mucho a los estudiantes.

P4[00:00:28]: yo creo que sí (lo usaría). Pero como una actividad tipo de cierre, una actividad como de profundización, no como enseñanza. No me parece para enseñanza, pero el juego me parece que engancharía muchísimo los chicos y las chicas, porque tiene todo, como los colores, la forma en que está hecho y demás.

Como en los casos anteriores, P4 considera que el juego se puede jugar y ganar sin hacer vinculaciones con la matemática involucrada y hace referencia a que su hija lo jugó y ganó “probando”.

P4[00:01:14]: me parece que le falta la parte teórica para poder enseñarlo desde el juego. Creo que lo que hay que hacer, o lo que hice yo o mi hija, es tomar el juego y empezar a probar, a probar, a probar, a probar hasta ganar sin pensarlo más matemáticamente,

Esta profesora prefiere enseñar a partir de una situación problemática y que los estudiantes arriben a la fórmula sin que ella tenga que “dárselas”, y argumenta que el hecho de empezar con un problema “de la vida” les permite entender mejor la función en juego. Según P4, es importante enseñar todas las funciones matemáticas, y se enfoca en los intervalos de

crecimiento y decrecimiento, los máximos, los mínimos y las raíces. Además, utiliza GeoGebra para hacer análisis de gráficos.

En cuanto al juego, destaca que propicia la variación de los parámetros de las funciones matemáticas, pero nota que las fórmulas de algunas funciones, como seno y coseno, no se presentan de manera completa. Además, ella considera negativo que las representaciones gráficas se restrinjan al primer y cuarto cuadrante, porque de esa manera a varias funciones “*les falta una parte*”.

Discusión

Las respuestas al cuestionario 1 brindan información sobre cómo este grupo de profesores enseña funciones habitualmente. Esto resulta relevante para comprender algunas de las respuestas propias del cuestionario 2, relativo al RED *Função Resgate* y al potencial uso que ellos podrían darle en sus clases. En la escuela secundaria la enseñanza de las funciones se reduce casi exclusivamente a afín y cuadrática, además se otorga un papel preponderante a la narrativa que incurre en descripciones verbales de una fórmula con parámetros fijos. La centralidad de la fórmula se debe a que luego ésta es utilizada para obtener la gráfica por medio de tablas y justificar ostensivamente los puntos notables, la positividad y la negatividad, los intervalos de crecimiento y de decrecimiento. Es remarcable que un recurso como GeoGebra prácticamente no forme parte de las herramientas de los estudiantes, a lo cual se añade la casi nula utilización de recursos digitales. En consecuencia, todo esto, parece inhibir la posibilidad de concebir genuinamente a este juego como un recurso para enseñar.

Por su parte, las entrevistas permiten profundizar sobre estos aspectos mencionados antes. Las cuatro profesoras entrevistadas tienen una posición diferente en cuanto al uso del juego en las aulas. La profesora P1, tiene una opinión negativa, que parece no estar restringida solo a *Função Resgate*, sino que se extiende a cualquier recurso sustentado en la gamificación. En reiteradas oportunidades durante la entrevista realizó alusiones peyorativas sobre los juegos, al considerarlos alejados de cualquier proceso de enseñanza y aprendizaje. La profesora P2 tiene una opinión opuesta, ve en el RED una oportunidad de cambio y considera que es un juego que puede adaptarse a los diferentes años de la escolaridad secundaria e incluso lo utilizó en sus

cursos. P3 también tiene una opinión positiva, pero, en este caso, está motivada por una concepción que sobrevalora a cualquier recurso digital, independientemente de qué características o alcance tenga, es decir que los considera valiosos “per se”. Por último, la profesora P4, se abstiene de hacer comentarios positivos o negativos sobre el juego, su opinión es neutra y esto se debería a la incertidumbre frente a este recurso nuevo.

Si bien en el cuestionario 2, todos los profesores afirmaron que utilizarían el juego en sus clases, durante las entrevistas se advierten ciertos matices. El uso del RED se circunscribe casi exclusivamente a la idea de que utilizar un juego en la clase motiva a los estudiantes. Dicha motivación no se relaciona con el conocimiento matemático, sino más bien con el entretenimiento, la predisposición a participar (jugar), etc. En síntesis, P1 reconoce en la entrevista que en realidad no utilizaría el juego, P2 y P4 solo lo emplearían para repasar o como actividad de cierre, una vez que ya se han estudiado todas las funciones y argumentan que carece de suficientes explicaciones teóricas. Por su parte, P3 menciona que propondría actividades que involucren al juego, pero cuando se le pregunta en qué consistirían dichas actividades, manifiesta que no sabe cómo hacerlo.

Con relación al conocimiento matemático, las cuatro profesoras entrevistadas destacan el potencial de juego para “ver” las modificaciones de las gráficas cuando se varían los parámetros, en línea con su enseñanza habitual, sustentada en identificaciones ostensivas. Es decir que, aunque reconocen que la variación de los parámetros está involucrada, desestiman la importancia que tiene el conocimiento de cómo estos afectan a la gráfica para jugar y ganar. Las profesoras otorgan excesiva importancia a la visualización de la representación gráfica, así, por ejemplo, P2, se refiere a que disponer de las gráficas para mirarlas, permite ganar tiempo. Es más rápido (y entonces mejor) mirar las gráficas desde el juego que realizarlas manualmente o con algún software donde hay que precargar las fórmulas y los datos.

En cuanto a los parámetros, P1 critica al juego porque no permite ‘elegir’ un valor específico para ellos, debido a que las variaciones entre dos valores dentro del juego siguen un criterio implícito establecido por el programa. También P2 y P4 mencionan que, algunas funciones como las armónicas, no están completas, puesto que algunos parámetros no son considerados. Ninguna de ellas analiza las posibles razones didácticas que podrían subyacer a este



hecho. Por último, ninguna de las profesoras entrevistadas se refirió a las representaciones algebraicas que se proponen en el juego, por ejemplo, al hecho de que sólo se proponen ciertas representaciones y no otras, como el caso de la función cuadrática, que solo es expresada en la forma polinómica.

Todo lo antes mencionado se relaciona con la manera escolar habitual de enseñar funciones, que se basa en definir la función por una fórmula, realizar su gráfica y poner en evidencia ciertos puntos notables que se pueden describir ostensivamente a partir de ella.

En la escuela, no es habitual realizar un estudio apropiado de los parámetros, ya que suele dejarse de lado el análisis de las posibles familias de funciones y en consecuencia solo se tratan algunos ellos. Es el caso de P3 que solo enseña la forma polinómica de la función cuadrática y analiza únicamente el coeficiente principal considerando los casos mayor o menor a cero.

Las cuatro profesoras entrevistadas coinciden en el juego se gana por “ensayo y error” y no por el conocimiento. Ellas mencionan que hasta los niños pequeños pueden jugarlo y ganar “*sin tener ningún conocimiento matemático*”. Estas afirmaciones estarían motivadas por una concepción del conocimiento matemático, que lo reduce a su forma explícita o predicativa mediante definiciones, fórmulas y expresiones verbales, sin tomar en cuenta la forma operatoria del conocimiento (VERGNAUD, 1990), que es la que permite actuar en situación (y eventualmente tener éxito). Es decir, aunque se trate de un niño pequeño que carece del conocimiento de expresiones matemáticas formalizadas, cuando él selecciona los valores de los parámetros para trazar una trayectoria apropiada, conoce la incidencia los diversos parámetros en la gráfica en acto. En síntesis, estas profesoras consideran que las acciones de los estudiantes con el juego, a las que denominan ensayo y error, no representan conocimientos matemáticos. Esto se relaciona con una concepción epistemológica platónica de las matemáticas, en lugar de asumir que hacer matemáticas es una actividad que convoca a la acción y no solo a la definición o formalización.

Conclusión

En este trabajo analizamos la opinión de un grupo profesores de matemática en servicio sobre el RED *Função Resgate*, empleando instrumentos complementarios como cuestionarios

y entrevistas semiestructuradas. Dichos instrumentos permiten describir la relación entre la forma tradicional de enseñar funciones y la valoración que otorgan al juego como recurso de enseñanza. Las funciones se enseñan en una secuencia que consiste en proponer una fórmula, como definición, obtener una representación gráfica y ciertos puntos notables que es posible reconocer y justificar ostensivamente a partir de ella. Esto parece estar vinculado a su forma de concebir al conocimiento matemático, que considera sólo su forma predicativa y deja de lado la forma operatoria.

Tal concepción epistemológica de la matemática y la manera arraigada de enseñar funciones que tienen estos profesores, conducen a opiniones poco favorables del potencial didáctico del recurso y de la actividad matemática que permitiría realizar. En consecuencia, identificamos en estos profesores cierta reticencia a la hora de incorporar el RED para enseñar. Esto se acopla también con una ideología que parece oponer a las ciencias y a las matemáticas con la creatividad, el arte, el placer y el juego.

Así mismo, es importante remarcar que la forma tradicional de enseñar matemáticas, y funciones en particular, que continúa vigente en la escuela y en el profesorado, debe cambiar para que recursos del tipo de los RED puedan ingresar al aula, con el consiguiente beneficio para los estudiantes. En nuestras próximas investigaciones, analizamos la génesis instrumental que los estudiantes realizan con el RED, para poner de manifiesto la distancia entre la valoración de los profesores y de los estudiantes de este y de otros recursos digitales.

Referencias

ADLER, J. Conceptualising resources as a theme for teacher education, **Journal of Mathematics Teacher Education**, vol. 3, p. 205-224, 2000.

ADLER, J. Knowledge resources in and for school mathematics teaching. En G. Gueudet, B. Pepin, & L. Trouche (eds.), **From Text to 'Lived' Resources: Mathematics Curriculum Materials and Teacher Development**, p. 3-22. Springer, 2012

BRASIL. Edital de convocação n.o 03/2019 – CGPLI e Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas, literárias e recursos digitais para o Programa Nacional do Livro e do Material Didático-PNLD 2021. Brasília: Fundo Nacional da Educação Básica, 2019. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/165editais?download=13698:edital-consolidadeo-pnld-2021>. Acesso em: 21 dec. 2022.

CHEVALLARD, Y. Enseñar Matemáticas en la Sociedad de Mañana: Alegato a Favor de un Contraparadigma Emergente. **Journal of Research in Mathematics Education**, vol. 2, no. 2, p. 161-182, 2013.

GAZZOLA, M.P & OTERO, M. R. Recurso Educativo Digital (RED) para enseñar funciones en la escuela secundaria: opiniones de los profesores. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, nro. 34. En prensa

GOMES, A. S. et al. **Função Resgate**. Plataforma Integrada do MEC: Governo do Brasil, 2021. [online]. Disponível em: <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/recurso/358857>. Acesso em: 21 dec. 2022.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. & BAPTISTA, P. **Metodología de la investigación**. México D.F, México: Editorial Mc Graw Hill, 2014.

K. MOSSBERGER, C. J. Tolbert, and R. S. McNeal, **Digital Citizenship: The Internet, Society, and Participation**. MIT Press, 2007.

OTERO, M. R. **La Formación de Profesores. Recursos para la enseñanza por indagación y el cuestionamiento**. Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2021.

OTERO, M. R. & GAZZOLA, M. P. Instruments and schemes of in-service mathematics teachers during the design of teaching based on questioning. **Review of Science, Mathematics and ICT Education**, vol. 16, no. 2, p. 5-25, 2022.

OTERO, M. R., GAZZOLA, M. P. & LLANOS, V.C. Trabajo documental de los profesores de matemática en servicio utilizando recorridos de estudio e investigación. **Revista Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, vol. 18, nro. 1, p. 149-167, <https://doi.org/10.14483/23464712.18873>, 2022.

PASTRE, P. La didactique professionnelle : origines, fondements, perspectives. **Travail et apprentissages**, vol. 1, no. 1, p. 9-21, 2008.

PRENSKY, M. Nativos e Inmigrantes Digitales. **On the Horizon**, vol. 9, nro. 5, p. 1-6, 2001.

PASTRÉ P., MAYEN P. y VERGNAUD G. La didactique professionnelle. **Revue française de pédagogie**, vol. 154, p. 145-198, <https://doi.org/10.4000/rfp.157>. 2006.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains**. Paris : Armand Colin, 1995.

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, vol. 10, no. 2/3, p. 133-170, 1990.

VERGNAUD, G. A comprehensive theory of representation for mathematics education. **Journal of Mathematical Behavior**, vol. 17, no. 2, p. 167-181, 1998.

VERGNAUD, G. Pourquoi la théorie des champs conceptuels ? **Infancia y Aprendizaje**, vol. 36, no. 2, p. 131-161, 2013.