

Recurso Educativo Digital (RED) para enseñar funciones en la escuela secundaria: opiniones de los profesores

Digital Educational Resource (RED) to teach functions in secondary school: teachers' opinions

María Paz Gazzola^{1,2}, María Rita Otero¹

¹ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas, NIECyT, Tandil, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Tandil, Argentina

mpgazzola@niecyt.exa.unicen.edu.ar, rotero@niecyt.exa.unicen.edu.ar

Recibido: 28/12/2022 | Aceptado: 20/03/2023

Cita sugerida: M. P. Gazzola, M. R. Otero, "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*, no. 35, pp. 37-46, 2023. doi:10.24215/18509959.35.e5

Esta obra se distribuye bajo **Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0**

Resumen

Este trabajo se propone relevar la opinión de 36 profesores de matemática en servicio y su interés por utilizar el Recurso Educativo Digital (RED) *Função Resgate*. Este recurso adopta la modalidad de un juego para enseñar funciones matemáticas en la escuela secundaria, que puede utilizarse en dispositivos móviles con o sin internet. Primero, se diseñó y administró un cuestionario para conocer cuáles funciones enseñan estos profesores y cómo lo hacen. Luego, se les solicitó a ellos que jugaran todos los niveles del juego. A continuación, se les administró un segundo cuestionario diseñado para relevar su opinión sobre el RED si lo integrarían a la enseñanza y cómo lo harían. Aquí se presentan los resultados de ambos cuestionarios de los cuales surge que, por un lado, los docentes valoran positivamente el RED por considerarlo motivador, y a la vez, son reticentes frente a la posibilidad de usarlo en clase como un recurso para enseñar.

Palabras clave: Educación matemática; TIC; Recurso educativo digital; Profesores de matemática en servicio; Funciones matemáticas.

Abstract

This work intends to survey the opinion of 36 mathematics teachers in service and their interest in using the Digital Educational Resource (RED) *Função Resgate*. This resource adopts the modality of a game to teach mathematical functions in secondary school, which can be used on mobile devices with or without internet. First, a questionnaire was designed and administered to find out what functions these teachers teach and how they do it. Then, they played through all the levels of the game and then were given a second questionnaire, specifically designed to discover out what teachers thought of RED, if and how they would integrate it into their teaching. Here, the results of both questionnaires are presented and it is highlighted that, on the one hand, teachers value the RED positively because they consider it motivating, and at the same time, they are reticent about the possibility of using it in class as a resource to teach.

Keywords: Mathematics education; ICT; Digital educational resource; In-service mathematics teachers; Math functions.

1. Introducción

Los recursos didácticos y el uso que se hace de ellos son fundamentales en el trabajo de profesor. Tradicionalmente la noción de recurso se ha empleado de una manera restringida, aludiendo en mayor medida a objetos materiales tales como la pizarra, las calculadoras, los proyectores, los ordenadores y dispositivos computacionales y en menor medida a los libros, los manuales escolares, etc. En este trabajo, se adopta una noción de recurso mucho más amplia, siguiendo los trabajos de Adler [1], quien los define como 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.

En la actualidad los recursos educativos han evolucionado y proliferado, conforme a los desarrollos de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC): videos, libros digitales, realidad aumentada, pizarra digital, software, simulaciones, etc. Todos ellos se denominan Recursos Educativos Digitales (RED), aludiendo así a cualquier material digital con fines educativos que requiere de un soporte tecnológico para su reproducción.

Las nuevas generaciones se caracterizan por estar muy familiarizadas con tecnologías tales como computadoras, celulares, tablets y videojuegos en línea [2]. Esto ha llevado a algunos investigadores [3] al concepto de "nativos digitales" para referirse a la generación que crece inmersa en ambientes poblados de estos dispositivos que se vuelven naturales y habituales para ellos. Además, la integración y naturalización de las TIC en la sociedad actual, se vio acelerada y potenciada por la situación pandémica iniciada en 2020, lo cual ha ocasionado la sustitución del término "nuevas tecnologías" por el de tecnologías digitales. Este marcado incremento de la digitalización en todos los ámbitos de la vida cotidiana dio lugar al concepto de "sociedad digital" [4] como un producto del uso efectivo y regular del medio online para participar activamente de una ciudadanía digital.

En este sentido, los desarrollos pioneros de la Teoría Antropológica de lo didáctico [5] que proponen la emergencia de un nuevo paradigma de enseñanza acorde con las características de la ciudadanía del siglo XXI, resultan de interés para analizar y promover nuevas formas de comunicar el conocimiento. En particular, durante la pandemia de Covid-19 el Ministerio de Educação do Brasil apoyó y financió el desarrollo de un nutrido conjunto de RED para sustentar inicialmente la enseñanza en el período de aislamiento. Dichos RED fueron concebidos desde una perspectiva lúdica y se integran al ámbito de la gamificación [6] porque aplican la lógica y las características de los juegos a cualquier otro ámbito (educativo, económico, laboral, etc.), con o sin soporte digital. Los trabajos de Seixas, et al. [7] evaluaron la eficacia del uso de la gamificación como estrategia de enseñanza, y resaltaron tanto el efecto positivo en los

estudiantes como la importancia del papel del profesor en los procesos de enseñanza que involucran este tipo de recursos.

Este trabajo es producto de un proyecto de colaboración entre investigadores del NIECyT-UNICEN¹ y el V-Lab-UFPE², estos últimos encargados del desarrollo de los RED. Entre todos los RED disponibles, creados y patentados por el equipo V-Lab-UFPE, en este trabajo seleccionamos *Função Resgate* [8], propuesto para la enseñanza- aprendizaje de las funciones matemáticas en la escuela secundaria. En este trabajo, se realiza un estudio exploratorio que precede a una investigación más amplia, que 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 [5] [9]. Se presentan aquí los resultados de las primeras interacciones con el RED realizadas por 36 profesores de matemática en servicio, que evalúan este recurso con miras a su posible utilización en el aula.

2. La aproximación instrumental de lo didáctico

El enfoque instrumental fue propuesto por Pierre Rabardel [10] a partir de la Teoría de la Actividad [11] y de la Teoría de los Campos Conceptuales (TCC) [12] [13]. Esta teoría se introduce y se desarrolla en el campo de la ergonomía cognitiva y la didáctica profesional.

En las situaciones en las cuales las personas utilizan un artefacto, que puede ser material o no, 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 [10] génesis instrumental, que el artefacto se vuelve un instrumento para el usuario. La actividad del usuario y la situación que la promueve son determinantes.

Los instrumentos se generan por las interacciones que ocurren entre un artefacto y los esquemas del sujeto en una cierta situación. La noción de esquema remite a la formulación de Vergnaud [12] [13], ya que el esquema no es la actividad en sí, sino su organización invariante. De este modo, cuando la actividad en situación se realiza usando artefactos, el sujeto despliega su repertorio de esquemas y organiza una acción instrumentada por medio de un esquema de uso del o los artefactos en cuestión. Un instrumento es entonces una entidad mixta, compuesta al menos por una parte del artefacto más un esquema de uso de dicho artefacto.

La génesis instrumental, comprende dos procesos interrelacionados [10]: instrumentación e instrumentalización. La instrumentalización está relacionada con la personalización del artefacto y la instrumentación con la aparición de esquemas en el sujeto.

En la instrumentación las limitaciones y potencialidades de un artefacto condicionan la acción del sujeto que se sirve de él para resolver cierto problema. Un mismo artefacto,

puede generar diferentes formas de organización de la actividad en diferentes individuos, que tendrán esquemas de asimilación diferentes y construirán invariantes operacionales distintos. La instrumentación, es un proceso dirigido hacia el sujeto.

La instrumentalización en cambio, es un proceso dirigido hacia el artefacto, que puede resultar parcialmente incluido en el instrumento, readaptado, modificado. Es importante insistir en el carácter dialéctico de estos procesos, que son siempre inacabados, por más pericia que un profesional posea en el uso de un instrumento, siempre le será posible incrementarla y afianzarla, desarrollando aspectos nuevos.

La Figura 1, propone un esquema de la génesis instrumental:



Figura 1. Esquema de la Génesis Instrumental

3. 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. Inicialmente, se divide en tres etapas. Una de ella consiste en la primera interacción de los profesores con el recurso, respecto de la cual se aplican dos instrumentos: uno antes de tener conocimiento sobre el recurso y uno después de haber interactuado con él. Aquí los profesores generan conocimiento sobre el recurso y evalúan sus potencialidades. 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, en una etapa posterior, llevarlo al aula. En este trabajo, se presentan los resultados de la primera de estas etapas.

Se trata de un estudio exploratorio y de corte cualitativo, participaron 36 profesores de matemática en servicio de diferentes provincias y regiones argentinas, seleccionados intencionalmente.

3.1. EL RED 'Função Resgate'

'Função Resgate' es un RED en formato de juego destinado a la enseñanza y el aprendizaje de las funciones matemáticas en el nivel medio. El juego sigue estrictamente las directivas del currículum de matemáticas brasilero, el cual es comparable -en términos de conocimientos requeridos- con el argentino. Más específicamente, 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. El juego propone una narrativa sustentada en el objetivo de "salvar" vidas marinas que quedan atrapadas en desechos de la acción humana como redes de pesca, latas, etc. La Figura 2 representa el escenario de juego en el nivel 1. La ubicación de los desechos y de las especies a salvar varía según el nivel, complejizándose a medida que se avanza en el juego.

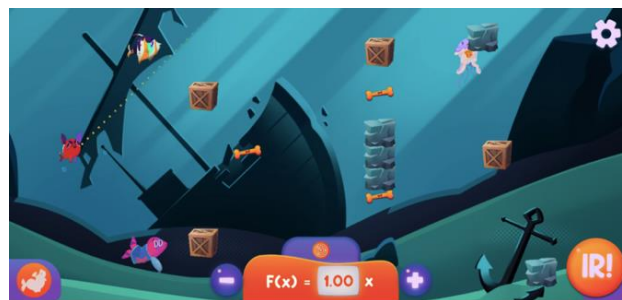


Figura 2. Escenario de juego. Nivel 1

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. 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.

El juego presenta diferentes niveles. Para avanzar, hay que rescatar todas las especies en peligro de extinción y analizar estrategias, utilizando las funciones adecuadas. Cada nivel permite acceder a determinadas funciones, comenzando con la función constante, lineal y afín. A medida que se avanza en los niveles del juego, se desbloquean nuevas funciones: polinómica de segundo grado, armónicas, exponencial, logarítmica y módulo. La Figura 3 muestra todas las funciones disponibles en el juego y la información que se les brinda a los usuarios.

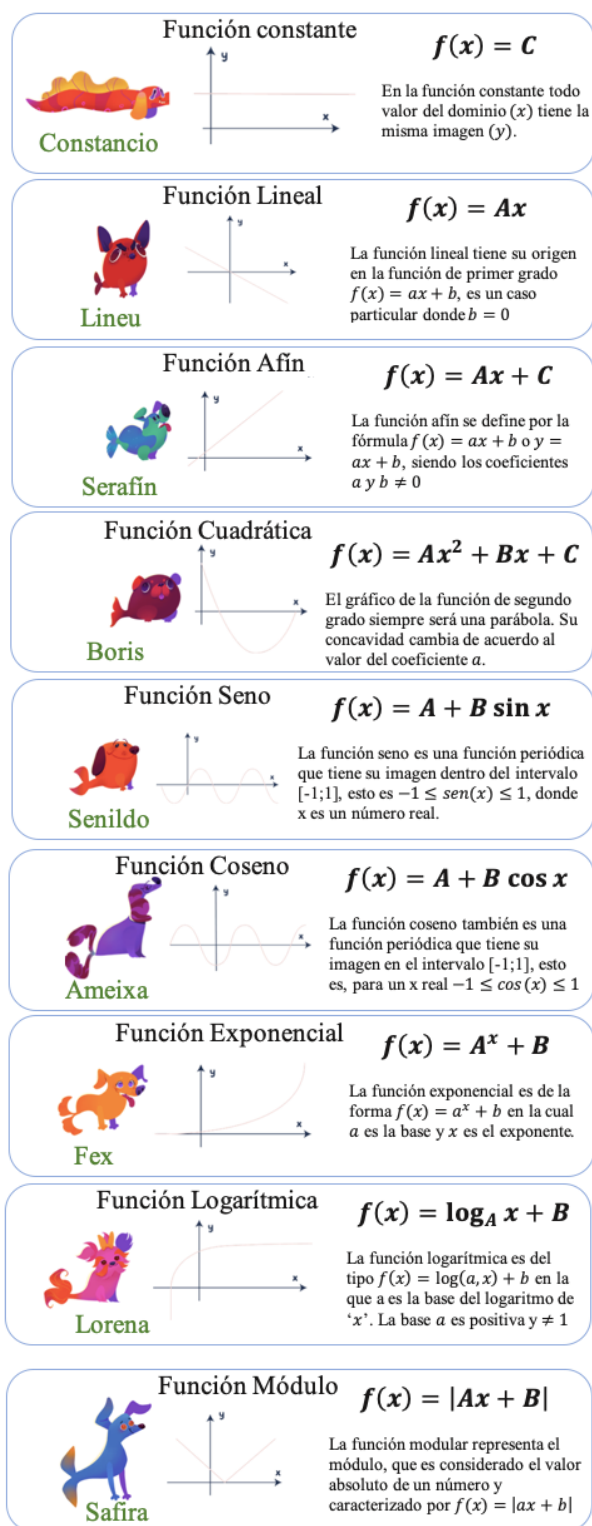


Figura 3. Funciones y caracterizaciones propuestas en el juego

Este RED está propuesto conforme a la Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [14], 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, con o sin el apoyo de tecnologías digitales. Este

tratamiento es similar al propuesto en los diseños curriculares argentinos.

El RED posee una interfase de alumno y otra de profesor, en este último caso, se propone una guía didáctico-pedagógica [8] 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 esos recursos disponibles.

3.2. Instrumentos y recolección de datos

Se diseñaron y validaron dos cuestionarios. 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 la opinión de los profesores sobre el RED y saber si lo incorporarían a la enseñanza de las funciones que realizan habitualmente.

Los cuestionarios se componen de preguntas cerradas, que admiten respuestas predeterminadas de dos tipos: de opción única o de opción múltiple; y preguntas tipo Likert en los niveles bajo, medio o alto [15].

El cuestionario 1 (Tabla 1) consta de siete preguntas: cuatro se refieren a variables atributivas (lugar de residencia, edad, años de antigüedad y dedicación semanal a la docencia) y tres a las funciones, los recursos que emplean y el tipo de enseñanza que se realiza.

Tabla 1. Cuestionario 1. Preguntas y posibles respuestas

Cuestionario 1		
Pregunta	Posibles respuestas	Tipo de respuesta
1	Edad Entre 20 y 30 años Entre 31 y 40 años Entre 41 y 50 años Más de 50 años	Elección de respuesta única.
2	Provincia en la que se desempeña Desglose de todas las provincias argentinas.	Elección de respuesta única.
3	Antigüedad en la docencia Entre 0 y 10 años Entre 11 y 20 años Entre 21 y 30 años Más de 30 años	Elección de respuesta única.
4	Cantidad de horas dedicadas a la docencia Entre 0 y 20 horas Entre 20 y 40 horas Más de 40 horas	Elección de respuesta única.
5	¿Cuáles de las siguientes funciones Enseña? - Función, definición y características - Función lineal - Función afín - Función cuadrática - Función módulo - Función seno/coseno - Función exponencial	Elección de respuesta múltiple.

		- Función logarítmica	
6	¿Qué recursos utiliza para enseñar funciones?	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos teórico-prácticos creados por Usted - Libros de texto fotocopiados - GeoGebra - Representación en tablas y gráficas realizadas a mano - Libros de texto digitales - Definición por fórmula - Planillas de cálculo - Variables - Sistemas mixtos - Problemas de contexto - Escritura de la fórmula a partir de la gráfica - Intercambio de variables y parámetros - Resolución de ecuaciones - Parámetros - Obtención de Puntos notables - Intervalos de Crec. / Cecrec. - Intervalos de Positividad y negatividad - Juego digital - Inecuaciones - Videos de Youtube 	Para cada opción, respuesta de tres grados en escala Likert: Bajo, Medio, Alto.
7	¿Cómo son la mayoría de sus clases sobre funciones?	<ul style="list-style-type: none"> - El profesor propone un material teórico-práctico y los alumnos consultan sus dudas. - Siempre introduce una nueva función con un problema de contexto y luego el material. - El profesor y los alumnos estudian e investigan juntos. - El profesor propone un material teórico-práctico basado en graficadores del tipo GeoGebra. - El profesor explica, ejemplifica y luego los alumnos resuelven tareas similares. 	Elección de respuesta única.

El Cuestionario 2 (Tabla 2) tiene diecisiete preguntas, nueve de las cuales se refieren al juego: el interés que genera, la información que brinda al usuario, los desafíos que presenta, y su interfase. De las preguntas restantes, seis son relativas a las funciones involucradas: definición, representación algebraica, parámetros, puntos notables, cálculo algebraico, plano cartesiano. Finalmente, dos preguntas indagan sobre cuáles funciones los profesores enseñarían usando el juego y cómo lo utilizarían en clase.

Tabla 2. Cuestionario 2. Preguntas y posibles respuestas

Cuestionario 2			
Pregunta	Posibles respuestas	Tipo de respuesta	
1	¿El juego promueve el interés de los estudiantes en las funciones involucradas?	Bajo Medio Alto	Respuesta de tres grados en escala Likert
2	¿El juego ofrece feed-back sobre las funciones involucradas?	Bajo Medio Alto	Respuesta de tres grados en escala Likert

3	¿El juego define apropiadamente a las funciones involucradas?	<ul style="list-style-type: none"> - Función afín - Función cuadrática - Funciones armónicas - Función exponencial - Función logarítmica - Función módulo 	Para cada opción, respuesta de tres grados en escala Likert: Bajo, Medio, Alto.
4	En lo tocante a los parámetros: ¿las fórmulas (representación algebraica) son adecuadas?	<ul style="list-style-type: none"> - Función afín - Función cuadrática - Funciones armónicas - Función exponencial - Función logarítmica - Función módulo 	Para cada opción, respuesta de tres grados en escala Likert: Bajo, Medio, Alto.
5	¿Es necesario conocer el papel de los parámetros para ganar el juego?	Bajo Medio Alto	Respuesta de tres grados en escala Likert
6	¿El juego promueve el cálculo algebraico?	<ul style="list-style-type: none"> - Función afín - Función cuadrática - Funciones armónicas - Función exponencial - Función logarítmica - Función módulo 	Para cada opción, respuesta de tres grados en escala Likert: Bajo, Medio, Alto.
7	¿El plano cartesiano es útil para jugar y aprender?	Poco útil Neutro Útil	Respuesta de tres grados en escala Likert
8	¿El tratamiento de los puntos notables es apropiado?	<ul style="list-style-type: none"> - Función afín - Función cuadrática - Funciones armónicas - Función exponencial - Función logarítmica - Función módulo 	Para cada opción, respuesta de tres grados en escala Likert: Bajo, Medio, Alto.
9	¿La dificultad del juego es adecuada para los estudiantes?	Dificultad Baja Dificultad Media Dificultad Alta	Respuesta de tres grados en escala Likert
10	¿El juego presenta nuevos desafíos a un ritmo adecuado?	Bajo Medio Alto	Respuesta de tres grados en escala Likert
11	¿Con cuál de las funciones es más difícil ganar en el juego?	<ul style="list-style-type: none"> - Función afín - Función cuadrática - Funciones armónicas - Función exponencial - Función logarítmica - Función módulo 	Para cada opción, respuesta de tres grados en escala Likert: Bajo, Medio, Alto.
12	¿Los desafíos aumentan conforme al conocimiento generado?	Bajo Medio Alto	Respuesta de tres grados en escala Likert
13	¿La información que ofrece el juego es suficiente para empezar a jugar?	Bajo Medio Alto	Respuesta de tres grados en escala Likert
14	¿Si se juega más de una vez, se mantiene el interés por jugar?	Bajo Medio Alto	Respuesta de tres grados en escala Likert

15	¿La estética y el diseño del juego son visualmente agradables?	Bajo Medio Alto	Respuesta de tres grados en escala Likert
16	¿Qué funciones enseñaría con este juego si estuviera en español?	- Función afín - Función cuadrática - Funciones armónicas - Función exponencial - Función logarítmica - Función módulo - Ninguna	Para cada opción, respuesta de tres grados en escala Likert: Bajo, Medio, Alto.
17	¿Cómo utilizaría el juego en sus clases?	- Propondría un material que define la función como en el juego y luego los estudiantes juegan. - Explicaría la función, ejemplificaría y luego los estudiantes juegan. - Haría jugar a los estudiantes y luego propondría una guía teórico práctica sin volver al juego. - Haría jugar a los estudiantes y luego propondría una guía teórico práctica con GeoGebra sin volver al juego. - Propondría un material en donde se plantean ejercicios que involucran al juego. - Utilizaría el juego para integrar y repasar, una vez estudiadas todas las funciones. - Utilizaría el juego como parte de una enseñanza donde el profesor y el alumno investigan y estudian juntos. - No lo usaría	Elección de respuesta única.

en diferentes provincias del país: Buenos Aires, Salta, Chaco, Chubut, Jujuy, Córdoba, Entre Ríos, Misiones, Río Negro, San Luis y Tucumán. La edad de estos profesores en su mayoría oscila entre 31 y 40 años de edad (18/36). En menor medida (10/36) la edad se ubica entre 20 y 30 años, seguido por una pequeña proporción de profesores (6/36) que tiene entre 41 y 50 años y finalmente un grupo muy pequeño (2/36) tienen más de 50 años.

La mayoría son profesores con pocos años de antigüedad en la docencia -menos de 10 años (28/36)-. Un grupo reducido (7/36) tiene una antigüedad de entre 11 a 20 años, sólo un (1/36) profesor entre 21 y 30 años. En cuanto a la dedicación a la docencia, mayoritariamente (19/36) ellos dedican entre 0 y 20 horas semanales. Una proporción sólo un poco menor (14/36) se dedica entre 20 y 40 horas y un grupo muy reducido (3/36) más de 40 horas.

En referencia a la enseñanza de las funciones (preguntas 5 a 7), la Figura 4 muestra que casi todos los profesores enseñan la noción de función y sus características en general (por medio de una definición relativamente conjuntista), para luego, tratar ciertos tipos de funciones en particular. La más enseñada es la función afín y en segundo lugar la función polinómica de segundo grado. Con frecuencias similares aparecen la función exponencial y la logarítmica. Un número reducido de profesores enseñan funciones armónicas seno y coseno, y muy pocos tratan la función módulo.

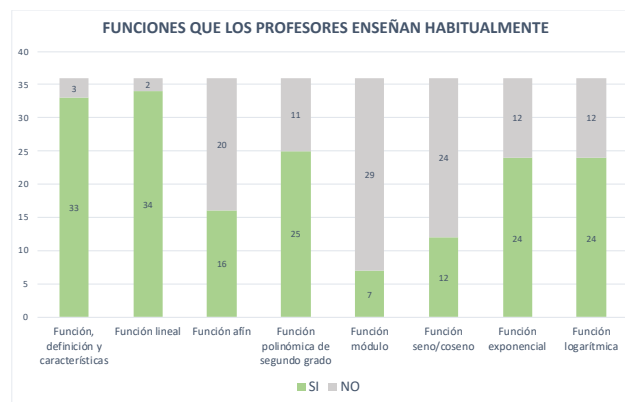


Figura 4. Frecuencias de las funciones que enseñan los profesores

Los recursos más y menos utilizados por los profesores para enseñar funciones se sintetizan en la Figura 5. El más utilizado es el denominado *problema de contexto*. En segundo lugar el uso de *trabajos teórico-prácticos creados por el profesor* y de nociones que, conforme a nuestro marco teórico también son consideradas recursos, pues son herramientas para analizar y describir una función, tales como *representación de tablas y gráficos realizados a mano*, *variables*, *escritura de la fórmula a partir de la gráfica*, *obtención de puntos notables*, *crecimiento / decrecimiento*, *conjunto de positividad C⁺ / conjunto de negatividad C⁻*.

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 por medio del 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.

4. Resultados

El cuestionario 1 indaga sobre las funciones que enseñan habitualmente los profesores, cuáles recursos utilizan y qué características didácticas tienen sus clases relativas a estos conocimientos.

Las preguntas 1 a 4 nos permitieron obtener información sobre la experiencia docente de los profesores que participaron de la investigación. Estos profesores residen

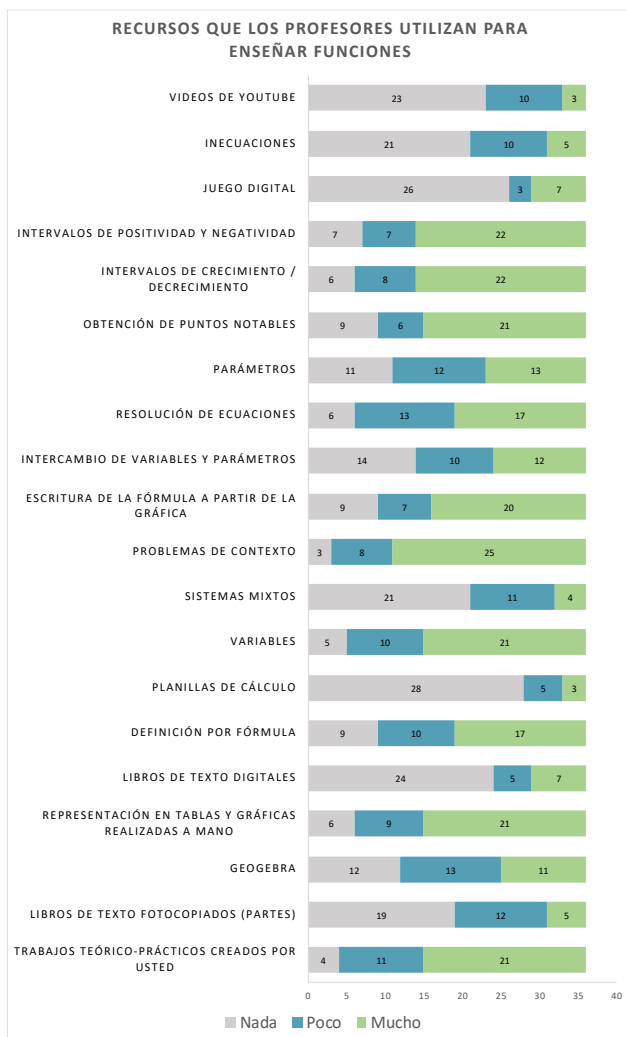


Figura 5. Frecuencias de los recursos que los profesores utilizan para enseñar funciones

Los recursos vinculados a la sociedad digital tales como *libros de texto digitales*, *planillas de cálculo*, *videos de YouTube*, *Juegos digitales* son muy poco utilizados. Por otro lado, las nociones curriculares *sistemas de ecuaciones mixtos* e *inecuaciones*, que serían herramientas pertinentes para resolver, por ejemplo, los problemas de contexto que mayoritariamente los profesores dicen utilizar, no son seleccionados en esta pregunta.

Con relación a las características didácticas de las clases sobre funciones, el 87% eligió opciones que corresponde a la enseñanza tradicional, donde el profesor tiene la mayor responsabilidad en el proceso de estudio, es quien explica y propone todos los materiales teóricos y prácticos a utilizar. Con respecto a cómo inician la enseñanza, mayoritariamente los profesores comienzan con un problema de contexto (que es el recurso más utilizado por ellos) y luego, emplean un material de estudio. Las opciones vinculadas con el uso del GeoGebra y con la enseñanza por investigación son muy minoritarias, tal como se muestra en la Figura 6.

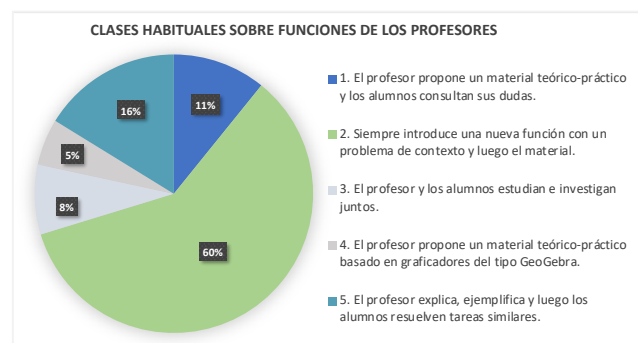


Figura 6. Clases de los profesores sobre funciones

El segundo cuestionario tiene por objetivo relevar la opinión de los profesores sobre el RED y saber si lo usarían para enseñar funciones.

En la Tabla 3 se sintetizan los resultados relativos a la valoración de las características del juego por parte de los profesores (preguntas 1, 2, 9 y 10 a 15). Se observa que las valoraciones de la mayor parte de los ítems son intermedias.

Tabla 3. Evaluación del juego en cuanto a su diseño

Tópico	Respuestas
Interés por las funciones	La mayoría de los profesores (0,58) considera que el interés que promueve el juego por las funciones es medio.
Interés si se juega más de una vez	Casi la mitad de los profesores (0,42) considera que jugar por segunda vez genera un interés medio.
información para empezar a jugar	Los profesores en su mayoría (0,66) consideran que la información que ofrece el juego es suficiente para jugar.
Feed-back sobre las funciones	El feed-back en relación a las funciones es de nivel medio para más de la mitad de los profesores (0,53).
Dificultad para los estudiantes	Una amplia mayoría de los profesores (0,83) considera que el juego tiene dificultad media para los estudiantes.
Nuevos desafíos a ritmo adecuado	El ritmo en el cual se presentan los nuevos desafíos es adecuado para la mayoría de los profesores (0,56)
Aumento de los desafíos	La mayoría de los profesores (0,53) considera que los desafíos aumentan conforme al conocimiento generado.
Función más difícil para jugar	Según los profesores, las funciones más difíciles para jugar y ganar el juego son las funciones armónicas (0,37) y la cuadrática (0,47).
Estética y diseño	Los profesores consideran que el diseño y la estética del juego son visualmente agradables (0,75).

En cuanto al tratamiento de las funciones realizado en el juego (preguntas 3 a 8), los profesores otorgaron valoraciones positivas a la definición, la representación algebraica y el uso del plano cartesiano; mientras que sobre los puntos notables y el cálculo algebraico sus valoraciones fueron negativas. Con respecto al papel de los parámetros, las valoraciones se distribuyen igualmente en los tres grados de la escala Likert, es decir que, hay cierta indefinición sobre la importancia de los parámetros. La

Tabla 4 sintetiza las opiniones de los profesores sobre las funciones y su tratamiento en el juego.

Tabla 4. Evaluación del juego en cuanto a las funciones

Tópico	Respuestas
Definición	Para la mayoría de los profesores (0,61) las funciones que están bien definidas son la función afín y la cuadrática. Las funciones armónicas, la logarítmica, la exponencial y el módulo se considera definidas en un nivel medio.
Representación algebraica	En lo tocante a los parámetros, los profesores (0,7) consideran que todas las funciones están bien definidas.
Importancia de los parámetros para ganar	Las respuestas se repartieron en tercios: un grupo considera que no es importante conocer el papel de los parámetros para ganar el juego, otro le otorgó una valoración media y el tercero lo consideró importante.
Tratamiento de los puntos notables	La mayoría de los profesores (0,78) consideró que el tratamiento de los puntos notables -en todas las funciones- no es suficientemente apropiado.
Cálculo algebraico	Los profesores (0,83) consideran que el juego no promueve el cálculo algebraico, para ninguna función.
Plano cartesiano	Más de la mitad de los profesores (0,53) considera que el plano cartesiano es útil para aprender.

Con respecto a usar el juego para enseñar funciones, la Figura 7 muestra que la mayoría de los profesores enseñaría la función afín y la función cuadrática. Esto se corresponde con las funciones que ellos efectivamente enseñan, según los resultados del cuestionario 1 (Figura 4). En cuanto a las funciones exponencial y logarítmica, varios profesores que enseñan estas funciones habitualmente, no las enseñarían utilizando el juego, esto se refleja en la considerable reducción de la frecuencia de estas opciones entre el primer y segundo cuestionario.

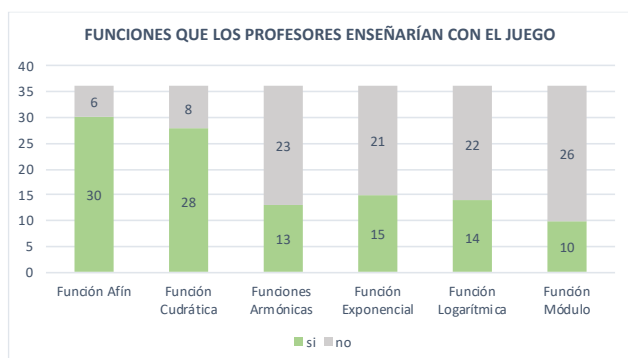


Figura 7. Tabla de frecuencias de las funciones que enseñarían los profesores

En relación a la manera en que los profesores utilizarían el juego en sus clases (Figura 8), se destaca que el 50% realizaría una enseñanza claramente tradicional con el juego y desvinculada de los momentos de aprendizaje, porque lo emplearían para repasar y practicar (opciones 2, 5 y 6). El 39% elige la opción de uso como parte de una enseñanza donde el profesor y el alumno investigan y estudian juntos.

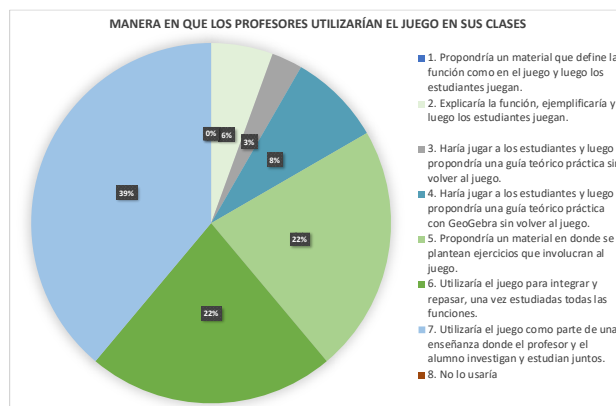


Figura 8. Tabla de frecuencias de las funciones que enseñarían los profesores

Conclusiones

En este trabajo relevamos la opinión de 36 profesores de matemática sobre el Recurso Educativo Digital *Função Resgate*. Obtener información sobre como ellos enseñan funciones habitualmente resultó relevante para comprender el uso potencial que le podrían dar al RED. Es importante remarcar aquí que el idioma no fue un obstáculo, debido a que la principal actividad que realizaron los profesores fue jugar el juego para evaluarlo y a que la representación matemática es compartida más allá de la lengua.

Los resultados del primer cuestionario agregan al hecho conocido de que mayoritariamente en la escuela secundaria solo se enseñan la función afín y cuadrática, y en mucho menor medida las demás, la nula utilización de recursos digitales como parte de la enseñanza y el aprendizaje habitual. Por ejemplo, a pesar de la enorme difusión y gratuidad del software GeoGebra, los profesores no lo usan con los estudiantes en el aula. Tampoco emplean las difundidas planillas de cálculo ni libros digitales ni videos de YouTube, a los cuales los estudiantes podrían acceder de manera relativamente sencilla a través de sus teléfonos móviles. Por otro lado, si bien la mayoría inicia la enseñanza de una cierta función con un "problema de contexto", al parecer, el juego no es percibido como tal.

Los resultados del segundo cuestionario evidencian una valoración neutra o media del juego y del tratamiento que hace de las funciones. Si bien el juego enfatiza el papel de los parámetros y requiere tomarlos en cuenta como estrategia ganadora, al menos en acto, los profesores no advierten esta posibilidad. Esto podría deberse a que un estudio apropiado de parámetros y de las familias de funciones no es parte de la enseñanza habitual. En la escuela, se suele analizar, por ejemplo, el coeficiente principal de la función cuadrática pero no los restantes parámetros de la forma polinómica. Además, en la enseñanza habitual, se otorga excesiva importancia a descripciones ostensivas, verbales y específicas de las funciones a partir de una fórmula, con la que se obtiene la gráfica. Los parámetros se consideran fijos y los puntos notables, la positividad y la negatividad, el crecimiento y el decrecimiento, son restringidos al dominio y justificados de

manera ostensiva, basándose únicamente en la visualización de la gráfica en cuestión. Ninguno de estos aspectos es el foco del juego, ya que este se centra en el conocimiento y variación de los parámetros de cada tipo de función.

Una crítica que sí podría hacerse al juego, es que propone ciertas representaciones algebraicas de las funciones, por ejemplo, las funciones afín y cuadrática sólo se presentan en la forma polinómica, y para las funciones exponenciales, las logarítmicas y las armónicas hay parámetros que están ausentes. Es decir que el juego es fuerte en el análisis de los parámetros, pero débil en la equivalencia entre las diferentes formas de expresar algebraicamente una función.

La totalidad de los profesores dice que usarían el juego, pero mayoritariamente eligen las opciones relacionadas con una enseñanza tradicional y superficial de las funciones consideradas y de la noción de función. El hecho de que ellos solo usarían el juego a posteriori de la enseñanza – como un recurso para repasar– revela que no logran concebir situaciones de enseñanza-aprendizaje que saquen provecho del RED.

Los resultados evidencian que los profesores circunscriben la valoración positiva del RED a que permitiría "motivar" a los estudiantes. Por otro lado, consideran que el éxito que se logra al jugar este juego, se basa en "ensayo y error" más que a lo que ellos consideran conocimiento matemático. Esto se debería a que los profesores tienen una concepción que reduce el conocimiento matemático a su forma explícita mediante definiciones, fórmulas y expresiones verbales, ignorando la forma operatoria del conocimiento (Vergnaud, 1990). Es decir, no advierten que lo que ellos denominan ensayo y error, cuando el usuario del juego selecciona los valores de los parámetros para trazar una trayectoria apropiada, requiere conocer al menos en acto, el papel que juegan los diversos parámetros en cada función.

Por todo lo expuesto, la aproximación instrumental, inspirada en la noción de esquema de Vergnaud [13], resulta un marco teórico adecuado para estudiar las dificultades de los profesores con el uso de los recursos digitales y a la vez para propiciar una génesis instrumental con los RED, que permita aprovechar el enorme potencial de la gamificación en la enseñanza - aprendizaje en la sociedad digital, cuyo uso resulta cada vez más inevitable e imprescindible. Nuestra investigación continúa en esta línea, analizando la génesis instrumental de los profesores de matemática durante el uso efectivo del RED *Função Resgate* y de otros, en las aulas.

Notas

¹ <https://niecvt.exa.unicen.edu.ar>

² <https://v-lab-ufpe.medium.com/>

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

Referencias

- [1] J. Adler, "Conceptualising resources as a theme for teacher education," *Journal of Mathematics Teacher Education*, vol. 3, pp. 205-224, 2000.
- [2] J. McGonigal, *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. London: Penguin, 2011.
- [3] M. Prensky, "The motivation of gameplay: The real twenty-first century learning revolution," *On the Horizon*, vol. 10, no. 1, pp. 5-11, 2002.
- [4] K. Mossberger, C. J. Tolbert, and R. S. McNeal, *Digital Citizenship: The Internet, Society, and Participation*. MIT Press, 2007.
- [5] Y. Chevallard, "Enseñar Matemáticas en la Sociedad de Mañana: Alegato a Favor de un Contraparadigma Emergente," *Journal of Research in Mathematics Education*, vol. 2, no. 2, pp. 161-182, 2013.
- [6] S. Deterding, "Meaningful play: Getting gamification right," Google Tech Talk, 2011.
- [7] L. R. Seixas, A. S. Gomes, I. J. Melo Filho and R. L. Rodrigues, "Gamificação como estratégia no engajamento de estudantes do ensino fundamental," *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE*, vol. 25, no. 1, pp. 559-568, 2014
- [8] A. S. Gomes, R. Massa, L. Marques, T. Nogueira, A. Margaret, D. Neto, F. V. Viana, W. Pereira, E. Zambom, G. Melo, H. Mariz, M. Belfort, T. Alves, B. Luna, L. Guedes, O. Queiroga, A. Gomes, A. Porto, C. José, M. Porto, A. Malta and L. Teixeira, (2021, abril 8). *Função Resgate*. Plataforma Integrada do MEC: Governo do Brasil, 2021. [Online]. Available: <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/recurso/358857>. [Acceso: dic, 21, 2022].
- [9] M. R. Otero, and M. P. Gazzola, "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, pp. 5-25, 2022.
- [10] P. Rabardel, *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Armand Colin, 1995.
- [11] L. S. Vygotsky, *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press, 1978.
- [12] G. Vergnaud, "A comprehensive theory of representation for mathematics education," *Journal of Mathematical Behavior*, vol. 17, no. 2, pp. 167-181, 1998.
- [13] G. Vergnaud, "Pourquoi la théorie des champs conceptuels?," *Infancia y Aprendizaje*, vol. 36, no. 2, pp. 131-161, 2013.
- [14] 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-PNL D 2021. Brasília: Fundo Nacional da Educação Básica, 2019. [online]. Available:: <https://www.fn de.gov.br/index.php/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/165editais?download=13698:edital-consolidadeo-pnld-2021>. [Acceso: dic, 21, 2022].

[15] P. López-Roldán, S. Fachelli, "La Encuesta," in *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa*, P. López-Roldán and S. Fachelli, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès): Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona. Capítulo II.3. 1ª ed., 2015, pp. 1-33.

Información de Contacto de las Autoras:

María Paz Gazzola

NIECyT - Pinto 399

Tandil

Argentina

mpgazzola@niecyt.exa.unicen.edu.ar

ORCID id: <https://orcid.org/0000-0002-6115-0817>

María Rita Otero

NIECyT - Pinto 399

Tandil

Argentina

rotero@niecyt.exa.unicen.edu.ar

ORCID id: <https://orcid.org/0000-0002-1682-9142>

María Paz Gazzola

Doctora en Enseñanza de las Ciencias. Mención Matemática, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). Becaria CONICET, NIECyT - UNICEN.

María Rita Otero

Doctora en Enseñanza de las Ciencias, Universidad de Burgos (UBU); Investigadora Principal del CONICET, Coordinadora del Doctorado en Enseñanza de las Ciencias, Profesora Titular ordinaria de la Facultad de Ciencias Exactas, NIECyT- UNICEN.