



Opiniones de los profesores sobre un Recurso Educativo Digital (RED) para enseñar funciones en la escuela secundaria

María Paz **Gazzola**

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
Argentina

mpgazzola@niecyt.exa.unicen.edu.ar

María Rita **Otero**

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
Argentina

rotero@niecyt.exa.unicen.edu.ar

Viviana Carolina **Llanos**

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
Argentina

vcllanos@niecyt.exa.unicen.edu.ar

Resumen

El objetivo de este trabajo es relevar la opinión de un grupo de profesores de matemática en servicio y su interés en utilizar el Recurso Educativo Digital (RED) *Função Resgate*. Se trata de un juego para enseñar funciones matemáticas en la escuela secundaria, que puede utilizarse en dispositivos móviles con o sin internet. Primero, se diseñó un cuestionario para indagar sobre cuáles funciones enseñan estos profesores y cómo lo hacen. Luego, ellos jugaron todos los niveles del juego y a continuación se utilizó un segundo cuestionario para relevar su opinión sobre el RED y si lo usarían para enseñar y cómo lo harían. Se presentan de manera general los resultados de los dos cuestionarios entre los que se destaca la valoración positiva del RED como motivador y a la vez cierta reticencia de estos profesores para usarlo en sus clases como un recurso para enseñar.

Palabras clave: Educación Matemática; Recurso Educativo Digital; Profesores de matemática en servicio; Funciones matemáticas.

Introducción

El uso de los recursos didácticos es fundamental en el trabajo de profesor. Tradicionalmente se utilizan en clase libros, manuales escolares, pizarra, calculadoras, etc. El concepto de *recurso* adoptado en este trabajo es el propuesto Adler (2000), quien lo define como todo aquello que da sentido, apoya y proyecta el trabajo del profesor, sin circuncribirse 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 ido evolucionando conforme a los avances de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC): videos, libros digitales, realidad aumentada, pizarra digital, software, simulaciones, etc. Todos ellos reciben el nombre de Recursos Educativos Digitales (RED). Los RED son, entonces, cualquier material digital con fines educativos que necesitan de un soporte tecnológico para su reproducción.

Las nuevas generaciones están muy familiarizadas con tecnologías como computadoras, celulares, Tablet y videojuegos en línea (McGonigal, 2011). Algunos investigadores (Prensky, 2002) han adoptado el concepto de “nativos digitales” para referirse a la generación que crece inmersa en ambientes poblados de estos dispositivos que se vuelven habituales para ellos. Por otro lado, la integración y naturalización de las TIC en la sociedad actual, acelerada debido a la situación pandémica iniciada en 2020, ha conducido a la sustitución del término “nuevas tecnologías” por el de tecnologías digitales. Este incremento de la digitalización en todos los ámbitos de la vida cotidiana dio lugar al concepto de “sociedad digital” (Mossberger et al., 2007) 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 (Chevallard, 2013) 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 cuya adopción en contextos digitales o no a conducido a la noción de gamificación (Deterding, et al., 2011), es decir a la aplicación de la lógica y las características de los juegos a cualquier otro ámbito (educativo, económico, laboral, etc.). En especial, Seixas, Gomes, et al. (2014) 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 el equipo V-Lab-UFPE, seleccionamos *Função Resgate* (Gomes, et al., 2021), propuesto para la enseñanza de las funciones matemáticas en la escuela secundaria. El estudio exploratorio que desarrollamos en este trabajo apunta a un objetivo más amplio, que pretende analizar los procesos de apropiación de este tipo de recursos por los docentes de matemática, en concordancia con un nuevo paradigma de enseñanza (Chevallard,

¹ <https://niecvt.exa.unicen.edu.ar>

² <https://v-lab-ufpe.medium.com/>

2013; Otero et al, 2022). Presentamos aquí los resultados parciales de las primeras interacciones con el RED de 36 profesores de matemática en servicio, que lo evalúan pensando en su uso.

Aproximación instrumental

El enfoque instrumental de Rabardel (1995) estudia cómo un sujeto en una situación de trabajo transforma un *artefacto* material o simbólico en un *instrumento*, construido a partir de ese artefacto. Los procesos involucrados en esa transformación progresiva determinan la *Génesis Instrumental* (ibíd., 1995). Un instrumento se define como una unidad mixta relacionada con el sujeto y el artefacto, es decir, tiene una componente material - el artefacto o una parte de él- y una componente cognitiva: los esquemas de uso de dicho artefacto. En la génesis de un instrumento, intervienen dos procesos interrelacionados pero diferenciables. La *instrumentalización* 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. La *instrumentación*, en cambio, ocurre cuando el sujeto reestructura su acción a partir del artefacto para realizar la tarea en cuestión, modificando sus esquemas (Vergnaud, 2013). De esta manera este marco teórico resulta propicio para analizar las interacciones entre los profesores y RED en el marco de su actividad profesional.

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. Específicamente, aborda el concepto de funciones a través de sus representaciones gráficas y algebraicas a partir de la interacción del usuario con los parámetros de las funciones. El objetivo del juego es “salvar” vidas marinas que quedan atrapadas en desechos de la acción humana como redes de pesca, latas, etc. (Figura 1).



Figura 1. 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 (Figura 2) 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 utilizar el plano cartesiano para ver las coordenadas $(x; y)$ en las que se encuentran las especies. Este RED posee una interfase de alumno y otra de profesor, en este último caso, se propone una guía didáctico-pedagógica (Gomes, et al., 2021) que propone otra variedad de recursos digitales de consulta alternativos. Este recurso, por el momento, se

encuentra en idioma portugués y está alojado en la plataforma MEC-RED³ siendo de libre descarga. Esta Plataforma permite a los docentes tener acceso a diversos recursos digitales y también colaborar, reportando sus experiencias de uso con los recursos disponibles.

Metodología

Se trata de un estudio exploratorio y cualitativo, donde participaron 36 profesores de matemática en servicio de diferentes provincias y regiones argentinas que evaluaron el RED *Função Resgate*, pensando en su uso en la enseñanza. El estudio se desarrolló en tres etapas:

(1) Los profesores respondieron un cuestionario on-line sobre variables atributivas y sobre las funciones que enseñan y con qué recursos lo hacen. (2) Los profesores jugaron el juego y respondieron un segundo cuestionario on-line sobre: el juego y sus características, las funciones involucradas, definición y tratamiento dentro del juego y si lo usarían para enseñar y cómo. Los cuestionarios (1) y (2) fueron diseñados y validados para esta investigación. Se componen de preguntas cerradas y preguntas tipo Likert (López-Roldán & Fachelli, 2015).

(3) A los efectos de una triangulación de los datos se realizaron entrevistas semi-estructuradas a cuatro profesores seleccionados al azar, que por razones de espacio, no se analizan en este trabajo.

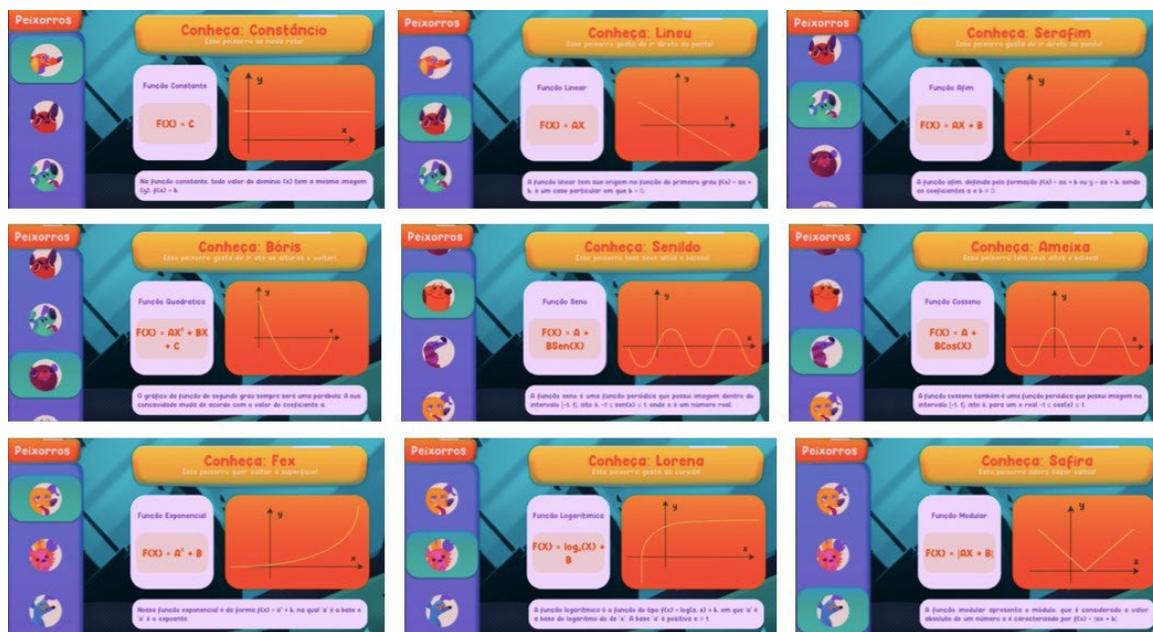


Figura 2. Funciones involucradas en el juego y sus respectivos parámetros.

Resultados

A continuación, se presentan algunos resultados de los dos cuestionarios respondidos por los profesores. El objetivo del primer cuestionario era indagar sobre las funciones que enseñan los profesores, cómo y con qué recursos lo hacen. La figura 3 muestra que casi todos enseñan en general la noción de función y sus características (por medio de una definición conjuntista), para

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

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.

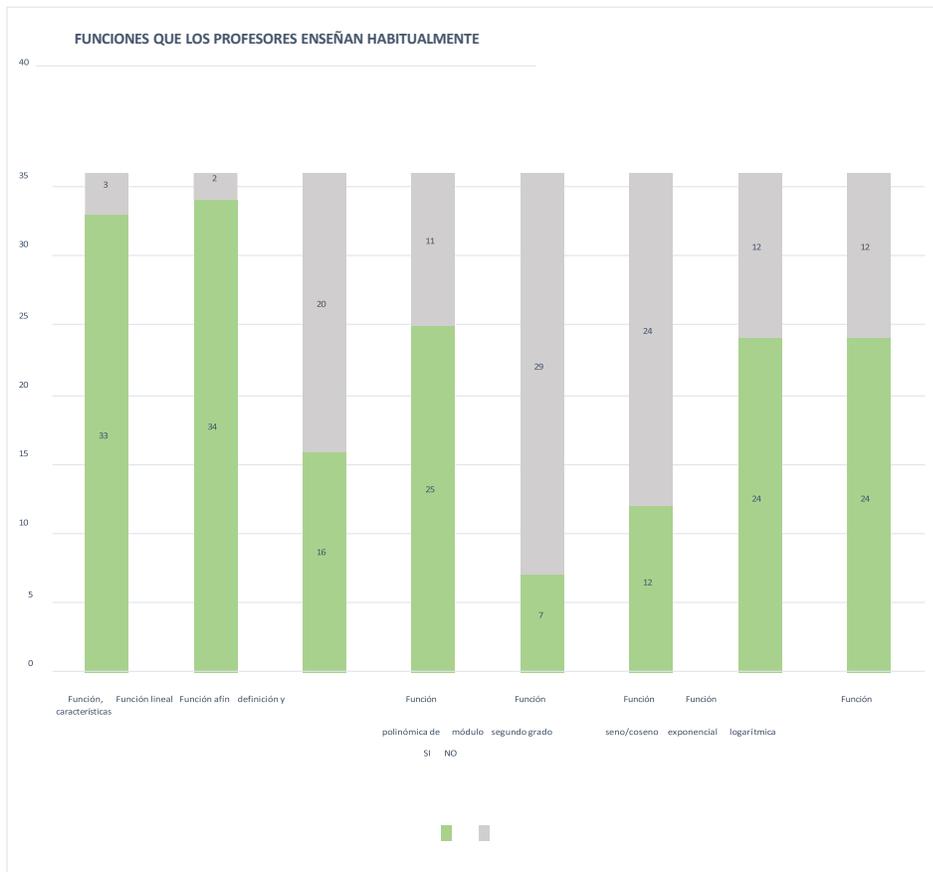


Figura 3. Frecuencias de las funciones que enseñan los profesores.

La figura 4 sintetiza los recursos más y menos utilizados por los profesores para enseñar funciones. El más utilizado es el denominado *problema de contexto*. En segundo lugar destacamos el uso de *trabajos teórico-prácticos creados por el profesor* y de nociones que en este contexto asimilamos a recursos, en la medida en que 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^-* .

Con relación a los recursos muy poco utilizados se destacan los vinculados a la sociedad digital, tales como *libros de texto digitales*, *planillas de cálculo*, *videos de YouTube*, *Juegos digitales*. Por otro lado, las nociones curriculares *sistemas mixtos* e *inecuaciones*, que serían herramientas pertinentes para resolver, por ejemplo, los problemas de contexto que mayoritariamente se declara utilizar, no son tratados.

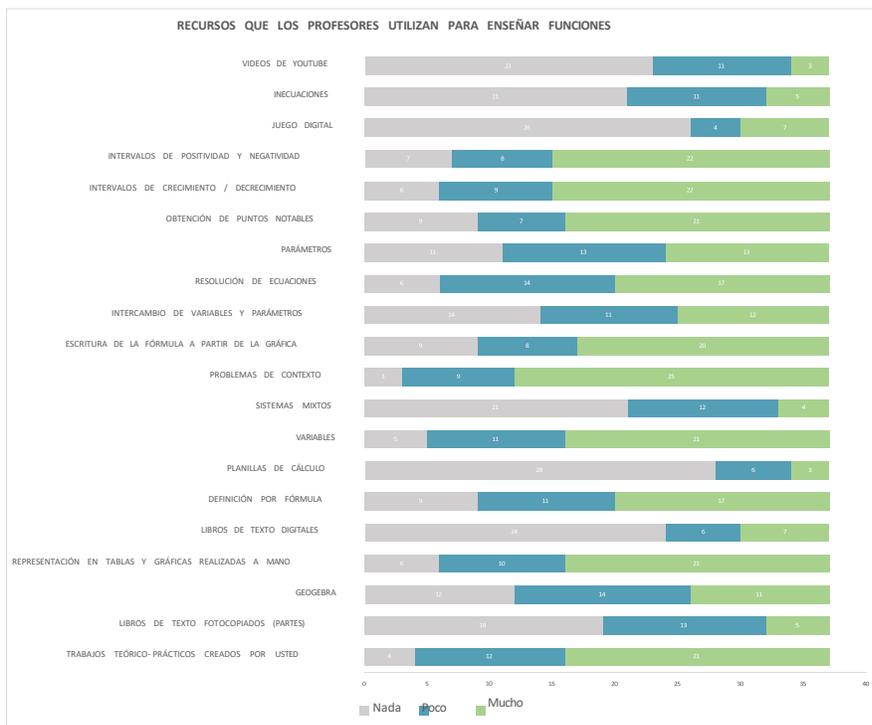


Figura 4. Frecuencias de los recursos que los profesores utilizan para enseñar funciones.

Con relación a las características didácticas de las clases sobre funciones, el 87% de las opciones elegidas corresponden a la enseñanza tradicional y se destaca que la mayoría comienza con un problema de contexto y luego utiliza un material de estudio. Las opciones vinculadas al uso del GeoGebra y a la enseñanza por investigación son muy minoritarias, tal como se muestra en la figura 5.

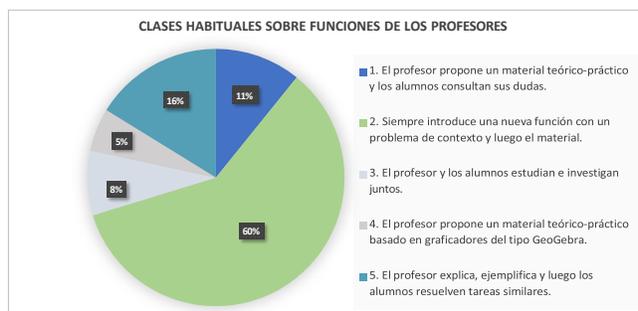


Figura 5. Clases de los profesores sobre funciones.

El objetivo del segundo cuestionario es relevar la opinión de los profesores acerca del juego y conocer si lo usarían como un recurso para enseñar funciones. En la tabla 1 se sintetizan los resultados relativos a la valoración del juego por parte de los profesores. Se observa que las valoraciones de la mayor parte de los ítems son intermedias.

Tabla 1.
Evaluación del juego en cuanto a su diseño y las funciones involucradas.

| El Juego | |
|---|---|
| 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 conforme al conocimiento | 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). |
| Plano cartesiano | Más de la mitad de los profesores (0,53) considera que el plano cartesiano es útil para aprender. |
| Estética y diseño | Los profesores consideran que el diseño y la estética del juego son visualmente agradables (0,75). |
| Tratamiento de las funciones en el juego | |
| 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 consideran definidas en un nivel medio. |
| Representación algebraica (Fórmula, parámetros) | En lo tocante a los parámetros, los profesores (0,7) consideran que todas las funciones están bien definidas. |
| Importancia de los parámetros para ganar el juego | 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 consideró que el tratamiento de los puntos notables -en todas las funciones- no es suficientemente apropiado. |
| Cálculo algebraico | Los profesores consideran que el juego no promueve el cálculo algebraico, para ninguna función. |

Con respecto a enseñar funciones utilizando el juego, la mayoría de los profesores enseñaría la función afín y la función cuadrática (Figura 6), en acuerdo con las que son efectivamente enseñadas por ellos, según se mostró antes en la Figura 3.

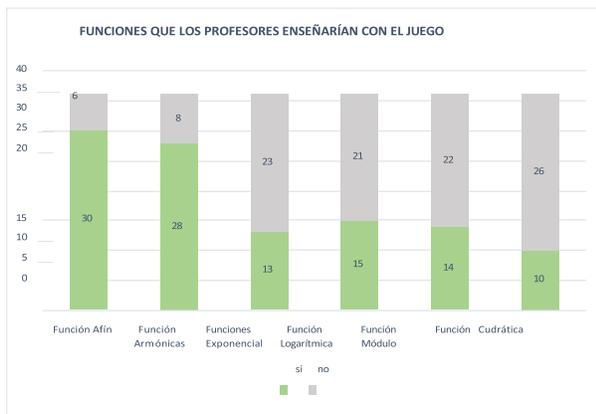


Figura 6. Tabla de frecuencias de las funciones que enseñarían los profesores.

En relación a la manera en que los profesores utilizarían el juego en sus clases (Figura 7), entre sus respuestas se destaca que el 50% de ellos realizaría una enseñanza claramente tradicional con el juego y desvinculada de los momentos de aprendizaje ya que lo usarían para repasar y practicar (opciones 2, 5 y 6). Un 39% de los profesores elige la opción de utilizarlo como parte de una enseñanza donde el profesor y el alumno investigan y estudian juntos.

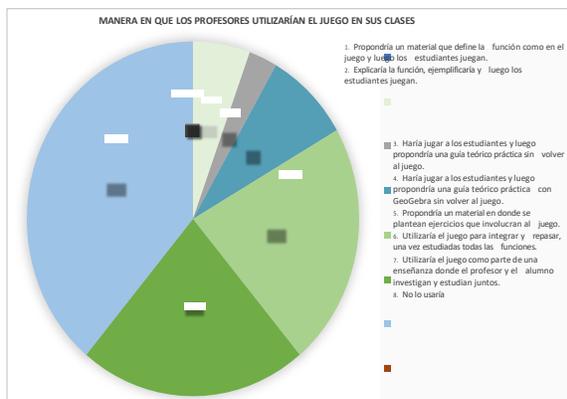


Figura 6. Gráfica circular de las funciones que enseñarían los profesores.

Consideraciones finales

Las respuestas a los cuestionarios permitieron relevar la opinión de estos profesores de matemática sobre el RED *Função Resgate*. Obtener información sobre cómo 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 y a que la representación matemática es compartida más allá de la lengua.

El cuestionario 1 agrega al hecho conocido de que mayoritariamente en la escuela secundaria se enseña función afín y cuadrática, y en mucho menor medida las demás, la prácticamente nula utilización de recursos digitales como parte de la enseñanza y el aprendizaje. Por ejemplo, a pesar de la difusión y gratuidad del software GeoGebra, los profesores no lo utilizan con los estudiantes en el aula. 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 ella, se suele analizar el coeficiente principal de la función cuadrática pero no los restantes parámetros de la forma polinómica. Además, se otorga excesiva importancia a descripciones ostensivas y específicas de las funciones a partir de una fórmula, con la cual se obtiene la gráfica, donde los parámetros son fijos y se pregunta por los puntos notables, la positividad/negatividad y el crecimiento/decrecimiento, restringidos al dominio. Estos aspectos no son el foco del juego. Sí podría criticarse al juego que sólo propone ciertas representaciones algebraicas de las funciones, por ejemplo, sólo la polinómica para los grados 1 y 2, y que faltan parámetros para las exponenciales, las logarítmicas y las armónicas. Sin embargo, los profesores mencionan que usarían el juego, pero mayoritariamente eligen las opciones relacionadas con una enseñanza tradicional y superficial de la noción de función. El hecho de que el juego sería usado por ellos a posteriori de la enseñanza revela que no conciben situaciones de enseñanza-aprendizaje con este RED. También, como confirman las entrevistas que no podemos presentar aquí, los profesores valoran el RED como recurso motivacional. Ellos consideran que el éxito de los “nativos digitales” con el juego, que se ocuparon de constatar con sus alumnos, con sus hijos, etc., se debe más al “ensayo y error” que a conocimiento matemático. Estas ideas se relacionan con una concepción que reduce la matemática a las definiciones y a las fórmulas y que ignora la forma operatoria del conocimiento. Por todo lo expuesto, la aproximación instrumental, inspirada en la noción de esquema de Vergnaud (2013), resulta un marco teórico apropiado para propiciar la génesis instrumental de los profesores a partir de los RED y de la gamificación como herramientas fundamentales de aprendizaje en la sociedad digital, cuyo uso resulta cada vez más inevitable e imprescindible.

Referencias

- Adler, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3: 205-224. <https://doi.org/10.1023/A:1009903206236>
- Chevallard, Y. (2013). Enseñar Matemáticas en la Sociedad de Mañana: Alegato a Favor de un Contraparadigma Emergente. *Journal of Research in Mathematics Education*, 2(2), 161-182. <http://dx.doi.org/10.4471/redimat.2013.26>
- Alex Sandro Gomes, Ricardo Massa, Leandro Marques, Tiago Nogueira, Anny Margaret, Djalma Neto, Flávio Vinícius Viana, Wilson Pereira, Erik Zambom, Guilherme Melo, Henrique Mariz, Matheus Belfort, Tales Alves, Beatriz Luna, Laura Guedes, Olívia Queiroga, Amanda Gomes, Angélica Porto, Carlos José, Mariana Porto, Átila Malta, Leopoldo Teixeira. Plataforma Integrada do MEC: Governo do Brasil, 8 abr. 2021. Disponible en: <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/recurso/358857>

- McGonigal, J. *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. Penguin, London, 2011.
- Mossberger, K., Tolbert, C. J., & McNeal, R. S. (2007). *Digital Citizenship: The Internet, Society, and Participation*. MIT Press.
- López-Roldán, P.; Fachelli, S. (2015). La Encuesta. En P. López-Roldán y S. Fachelli, *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa*. Bellaterra (Cerdanyola del Vallès): Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona. Capítulo II.3. 1ª ed., 1-33.
- Prensky, M. (2002). The motivation of gameplay: The real twenty-first century learning revolution. *On the Horizon*, 10(1), 5-11.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- Seixas, L. R., Gomes, A. S., Melo Filho, I. J., Rodrigues, R. L. (2014). Gamificação como estratégia no engajamento de estudantes do ensino fundamental. En *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE*, 25(1), 559-568.
- Vergnaud, G. (2013). Pourquoi la théorie des champs conceptuels? *Infancia y Aprendizaje*, 36(2), 131-161. <https://doi.org/10.1174/021037013806196283>