

Recursos educativos digitales para la enseñanza de las ciencias

Digital educational resources for science teaching

Paola Otero^{1*}; María Paz Gazzola^{1,2}, María Rita Otero^{1,2} y Viviana Carolina Llanos^{1,2}

¹ NIECYT, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

² CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

*E-mail: potero@exa.unicen.edu.ar

Recibido el 30 de septiembre de 2022 | Aceptado el 24 de octubre de 2022

Resumen

En este trabajo se analizan tres recursos educativos digitales (RED) para la enseñanza de las ciencias de la naturaleza, más específicamente fisicoquímica y química orgánica. Los recursos se desarrollaron con el financiamiento del Ministerio de Educação do Brasil, para usarse en dispositivos móviles con o sin internet y poseen una interfase de alumno y otra de profesor, en este último caso, se diseñó una guía didáctico-pedagógica que conduce a variedad de otros RED. Se adopta la noción de recurso de Adler y de transposición didáctica de Chevallard para analizar aspectos traspositivos, es decir las modificaciones al saber, su uso, funcionamiento y diseño, también algunas ventajas y desventajas de cada uno de estos tres RED.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias con tecnologías; Transposición didáctica; Recursos educativos digitales; Físico-química; Química.

Abstract

In this work, three Digital Educational Resources (RED) for the teaching of natural sciences, more specifically physical chemistry and organic chemistry, are analyzed. The resources were developed with funding from the Ministry of Education of Brazil, to be used on mobile devices with or without internet and have a student interface and a teacher interface, in the latter case, a didactic-pedagogical guide was designed that leads to a variety from another RED. The notion of Adler's resource and Chevallard's Didactic transposition is adopted to analyze transpositive aspects, that is, the modifications to knowledge, its use, operation and design, also some advantages and disadvantages of each of these three RED.

Keywords: Science teaching with technologies; Didactic transposition; Digital educational resources; Physical-chemistry; Chemistry.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo es producto de un proyecto de colaboración entre investigadores del NIECYT-UNICEN¹ y el V-Lab-UFPE². Se analizan tres recursos educativos digitales (RED) para la enseñanza de las ciencias de la naturaleza, más específicamente fisicoquímica y química orgánica (Queiros *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2022a, 2022b). Los recursos se desarrollaron en el año 2020 durante la pandemia de covid-19, con el financiamiento del Ministerio de Educação do Brasil, para usarse en dispositivos móviles con o sin internet y poseen una interfase de alumno y otra de profesor, en este último caso, se diseñó una guía didáctico-pedagógica que conduce a una variedad de otros RED. Los recursos y las guías se encuentran alojados en la plataforma MEC-RED³ y son de libre descarga. En esta plataforma se encuentran otros RED que se desarrollaron para la enseñanza de las ciencias y la matemática. Los RED fueron evaluados considerando

¹ <https://niecyt.exa.unicen.edu.ar>

² <https://v-lab-ufpe.medium.com/>

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

diferentes grupos: especialistas en legislación y normativa educativa, profesores y estudiantes, a partir de instrumentos tipo cuestionarios y entrevistas semiestructuradas basados en los criterios de evaluación de *software* educativos (Queiros *et al.*, 2022). Se realizaron en el marco de un estudio exploratorio de carácter cualitativo, con el objeto de diseñar y evaluar la efectividad del juego, y desarrollar sus versiones finales. El uso de estos RED en el aula está en desarrollo y sólo se han realizado algunos estudios exploratorios (Ferreira de Araújo *et al.*, 2022)

El término recurso usado aquí tiene un sentido mucho más amplio del habitual porque va más allá de los elementos empleados tradicionalmente por el profesor tales como el libro de texto y el pizarrón. Para Adler (2000, 2012) los recursos pueden ser materiales o inmateriales e incluyen a los recursos humanos y culturales, tales como el lenguaje y el tiempo. En este sentido, el profesor y las acciones de los alumnos son un recurso, las calculadoras y el *software* educativo también, así como los RED analizados aquí. Los recursos digitales se caracterizan porque su información se encuentra codificada para ser manipulada por medio de una computadora, un teléfono inteligente, una tableta, etc. tanto de manera directa como remota. Según nuestro punto de vista, el término educativo agrega el hecho de que los RED se conciben con la intención explícita de enseñar, es decir, son didácticos.

Al igual que los libros escolares, los RED se vuelven un instrumento de la transposición didáctica (Chevallard, 1985). Sin embargo, los efectos traspositivos pueden permanecer implícitos para los desarrolladores, para la instancia política ministerial y los usuarios tales como docentes y estudiantes, de allí la importancia de analizarlos. La transposición didáctica no es ni buena ni mala, simplemente ocurre como consecuencia de un fenómeno ligado a las transformaciones que es preciso realizar para comunicar el saber académico y volverlo enseñable en una cierta institución, que no es aquella que le dio origen. Existen al menos dos formas distintas de funcionamiento del saber, que no son superponibles: la del saber “sabio” y la del saber escolar. Admitir la existencia de la transposición didáctica, lleva al didacta a realizar una ruptura doble tomando distancia de ambas posiciones institucionales, para estudiar la difusión o no del saber, considerando sus características en las fases de la trasposición: saber sabio, saber a enseñar, saber enseñado y saber aprendido. Esto supone una condición ecológica, el saber debe sobrevivir y adaptarse en la institución en la cual será enseñado (Otero, 2021). En este sentido, los RED poseen un enorme potencial dado su portabilidad y la atracción que ejercen en el usuario.

II. LOS TRES RED UTILZADOS

Los recursos educativos digitales (RED) son entendidos en este trabajo como recursos de enseñanza digitales que facilitan y apoyan el trabajo del profesor. En algunas maneras de concebir a los RED se sostiene que no tienen por qué haber sido diseñados para tal fin, pero aquí enfatizamos el hecho de que cuando el profesor los incorpora a su práctica con la intención explícita de enseñar, estos recursos se vuelven didácticos. Además, los RED que nos interesa analizar tienen la virtud de haber sido diseñados en todas sus dimensiones, con el propósito de enseñar nociones de físico-química y de química orgánica. El estudio exploratorio que desarrollamos en este trabajo apunta a una teleología más amplia, que busca analizar los procesos de apropiación de esos recursos por los docentes y los estudiantes, abogando por un paradigma de enseñanza que promueva la indagación y el cuestionamiento del mundo, a la vez que considera al saber y a sus transformaciones como una parte central de dicho modelo (Chevallard, 2013; Otero, 2021).

Este paradigma es indispensable frente al hecho de la integración y naturalización de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la sociedad actual, lo cual ha conducido a la sustitución del término “nuevas tecnologías” por el de tecnologías digitales. La situación pandémica mundial iniciada en 2020, ha incrementado y acelerado el papel de la digitalización en la vida cotidiana, acelerando lo que se dio en llamar “sociedad digital” (Mossberger *et al.*, 2007) que resulta 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, 1985, 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. A continuación, caracterizamos brevemente los tres RED considerados, que se proponen como juegos.

A. pH Puzzle

El pH Puzzle es un RED que adopta el formato de un juego, cuyo objetivo es explorar conocimientos sobre ácidos y bases, pH y pOH, escalas logarítmicas de pH, dilución y neutralización de soluciones para su eliminación medioambiental segura, es decir, previniendo acerca de los efectos del descarte de sustancias ácidas o básicas.

Se trata de una suerte de “rompecabezas” donde un jugador tiene que responder a un problema que se le propone. El estudiante es invitado como colega de Rosalind, responsable del área de química del laboratorio, a ayudar a separar y neutralizar sustancias en función de su pH para su eliminación segura. Se divide en dos momentos, en el primero el objetivo es agrupar soluciones de igual pH o su pOH equivalente, contenidas en placas de Petri en una misma columna

(figuras 1 y 2). En un segundo momento, después de la agrupación, el jugador utiliza agua para realizar el proceso de dilución de las soluciones y luego emplea una solución ácida o alcalina genérica para terminar el proceso de eliminación ambientalmente segura de las soluciones iniciales (figuras 3 y 4).

A modo de ayuda, el juego presenta un botón “indicador” (figura 2) que al activarse posibilita visualizar por tiempo limitado colores para diferentes sustancias en la placa de Petri, como si hubiera añadido un indicador ácido-base. Además del indicador, el usuario puede acceder ilimitadamente a una pantalla informativa que contiene la escala de pH y la relación matemática entre el pH y el pOH, cuya suma es 14.

Además, presenta recursos complementarios tales como como el área del estudiante que contiene el material pedagógico al que sólo se puede acceder cuando se está conectado a Internet. Este espacio, ofrece lecciones en video para profundizar y explorar más el saber, así como cursos universitarios sobre temas de química relacionados. El área para profesores permite acceder a la *Guía didáctico-pedagógica* (Gomes *et al.*, 2021a) y a cursos. También ofrece un ícono para compartir con otras personas en plataformas y en redes sociales.

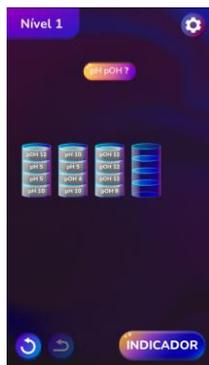


FIGURA 1. Fase 1. Ordenar los pH, o sus respectivos pOH, en la misma columna.



FIGURA 2. Fase 1. Indicador ácido-base activado.



FIGURA 3. Fase 2. Neutralización. Soluciones a neutralizar.



FIGURA 4. Fase 2. Agregado de la solución de neutralización adecuada.

B. Alquímico

El RED Alquímico es un juego basado en la obtención de compuestos orgánicos mediante la realización de reacciones químicas. Los alquimistas son considerados los primeros químicos del mundo. Se formula el escenario de una escuela de alquimia medieval, donde el usuario- estudiante asume el papel de alumno de un maestro alquimista y es desafiado a realizar ciertas misiones para formar compuestos orgánicos y sintetizarlos. El juego comienza con la síntesis de compuestos iniciales (hidrocarburos) basados en reacciones de adición y sustitución (figura 5). A medida que se desarrolla, es posible sintetizar nuevos compuestos, pasando por distintos grupos funcionales (figura 6), acceder a nuevos reactores y reactivos y realizar reacciones de eliminación y oxidación (figura 7).

Para obtener el saber de alquimista, el usuario debe realizar todas las misiones y formar todos los compuestos del juego. El RED ofrece una guía pedagógica para el profesor (Gomes *et al.*, 2021b) y un área para estudiantes, que los redirecciona hacia otros recursos tales como videos para ampliar el saber y los conceptos involucrados.

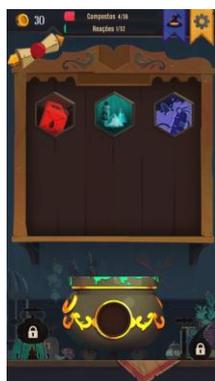


FIGURA 5. Inicio del Juego.



FIGURA 6. Los ícono de los grupos funcionales se muestran en el estante principal del juego.

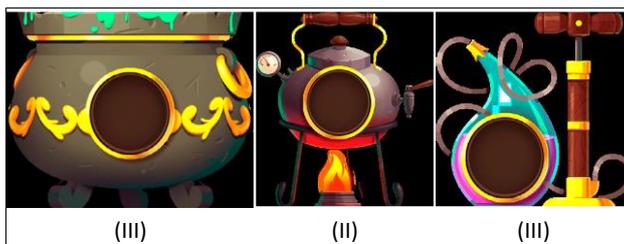


FIGURA 7. Reactores. Las reacciones de adición y sustitución tienen lugar en el caldero (I); las de eliminación en el eliminador (II), y las de oxidación, en el comburente (III).

C. Quízmico

El RED Quízmico es un juego que permite explorar saberes relativos a funciones orgánicas, en particular, hidrocarburos y funciones orgánicas oxigenadas, ácido carboxílico, éster, éter, enol, fenol, alcohol, cetona y aldehído. Este recurso se produjo como un juego auxiliar del Alquímico, por lo que comparte algunas características comunes como el personaje de la historia. Es del tipo “quiz” y se basa en un cuestionario de preguntas y respuestas. El jugador debe tratar de responder tantas preguntas correctas como sea posible y avanzar a través de las etapas para completar el juego (figura 8). Hay preguntas de asociación y clasificación: a partir de fórmulas estructurales de distinto tipo (desarrollada, semi-desarrollada, esquelética y geométrica) (figura 9) y de diferentes moléculas, el jugador debe identificar el grupo funcional (figura 10) y, de ese modo clasificar la molécula como perteneciente a una función orgánica dada (figura 11). Como en los casos anteriores, también se provee una guía para el profesor (Gomes *et al.*, 2021c) y un área para los estudiantes.



FIGURA 8. Inicio del juego.

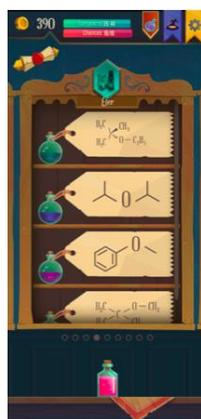


FIGURA 9. Clasificación por grupo funcional. Fórmulas estructurales.



FIGURA 10. Clasificación de la cristalería.



FIGURA 11. Grupos funcionales. Se puede elegir entre los dibujos o las palabras

III. CARACTERÍSTICAS DE LOS JUEGOS

En la tabla I se analizan ciertas características generales de los tres RED.

TABLA I. Características de los tres RED

	pH PUZZLE	ALQUIMICO	QUIZMICO
Integración de conocimiento juego-estudiante.	Los conocimientos se encuentran bien integrados. Esto se evidencia en los distintos pasos que hay que seguir para separar y agrupar las placas, en la presentación de la escala de pH, en la neutralización donde se verifica la seguridad del descarte, en la “tecla indicador” que ayuda al estudiante en la separación por medio de los colores indicadores de los pHs, en los videos linkeados con el juego. El material de laboratorio que se usa es el que el estudiante emplearía en un laboratorio real.	Si bien existe integración de conocimiento entre el estudiante y el juego, algunos materiales no se corresponden con los usados en un laboratorio. El contexto de los alquimistas conduce a usar calderos en lugar de tubos de ensayo. Contrariamente, para establecer analogías con la oxidación se emplean infladores y pavas con mechero, que no pertenecen a la época.	Hay integración de contenido juego- estudiante porque para ordenar y clasificar los compuestos se debe relacionar la estructura con el grupo funcional y también poder diferenciar entre diferentes fórmulas que representan el mismo compuesto.
Uso de conceptos químicos escolares durante el juego.	Se usan los conceptos de pH y pOH, escalas, indicadores, dilución y neutralización.	Se requieren los conceptos relativos a la nomenclatura de compuestos orgánicos; funciones orgánicas; reacciones orgánicas de adición, sustitución, eliminación y oxidación; utilidad de los compuestos orgánicos en la vida cotidiana y en las industrias.	Se usan los conceptos de grupos funcionales, fórmulas estructurales, clasificación de compuestos orgánicos y relaciones entre estructura y función. Este RED requiere del usuario conocimientos acerca de la

	pH PUZZLE	ALQUIMICO	QUIZMICO
		Debido al contexto histórico adoptado por el juego se genera cierta distancia entre el saber sabio y el saber enseñado, que se evidencia en algunas reacciones propuestas al utilizar calderos, pavas con mecheros y manómetros e infladores como reactores. También al desconsiderar el cracking de petróleo como una fuente de obtención de alcanos.	estructura atómica, la hibridación de carbono y la identificación de grupos funcionales.
Curiosidad por el contenido presentado.	Los tres juegos promueven la curiosidad sobre las nociones involucradas. En pH puzzle se añade la importancia del cuidado del medioambiente al descartar correctamente las soluciones y mediante el botón indicador que colorea las placas de Petri empleando los indicadores universales de ph. Alquímico y Quízmico resultan más atractivos debido al escenario histórico de los alquimistas, a los estímulos visuales cuando se obtiene el compuesto deseado, la coloración de los reactivos, utensilios ornamentados de forma muy agradable que logran una visualización atractiva.		
Relación con los objetivos propuestos por el currículum.	Se diseñó para enseñar/ aprender sobre ácidos y bases con énfasis en pH, pOH y neutralización de soluciones para eliminación segura.	Se diseñó enseñar/aprender sobre las reacciones orgánicas y su realización. El usuario ensambla compuestos iniciales basados en reacciones de adición y sustitución, a medida que se avanza, aparecen nuevos compuestos y se agregan reacciones de eliminación y oxidación.	Se propone enseñar/aprender funciones orgánicas, más específicamente, funciones orgánicas oxigenadas e hidrocarburos y su representación química.
Diferentes niveles de complejidad	Solo ocurre al agregar más cajas de Petri, sin afectar la dificultad que consiste en hallar el pH o el pOH, conociendo alguno de ellos sabiendo que su suma es 14.	Las reacciones se complejizan al avanzar en el juego. Hay que superar misiones y desbloquearlas obteniendo puntos. No se penaliza el error y es posible avanzar por ensayo y error.	La complejidad reside en los distintos tipos de fórmulas que es necesario conocer y en los diferentes compuestos que es preciso identificar progresivamente. Se penaliza el error lo cual impide superar niveles por azar.
Retroalimentación del conocimiento.	Ocurre cuando no se neutraliza, o al equivocarse en la elección de la solución neutralizante. No se permite pasar a la neutralización antes de la separación. La separación exitosa se indica mediante un estímulo visual y sonoro.	Cuando no es posible hacer reaccionar un compuesto surgen carteles indicadores y cuando se logra la síntesis, carteles de felicitación	Se refuerzan los aciertos y se "castigan" los desaciertos. El recipiente que contiene al compuesto mal identificado se deja para rehacer en un intento posterior.
Elección de la dificultad	En ninguno de los tres es posible elegir el nivel de dificultad. pH puzzle permite repetir un cierto nivel indefinidamente. Quízmico y Alquímico no se organizan por niveles. En Alquímico es posible repetir las reacciones.		
Representación de los conceptos, las propiedades, relaciones y transformaciones de contenido.	Al tratarse de contenidos acotados resultan apropiadamente representados.	Los aspectos narrativos e históricos introducen cierta distancia con el saber académico, así no se explicitan ni precisan ciertos catalizadores y reactores. Las ollas, la pava y el inflador no son propios de un laboratorio actual. No se ofrece un "Hidrogenador" para representar la reducción con hidrógeno y si hay un "inflador" para la oxidación. La posibilidad de hacer reacciones probando, impide medir las magnitudes apropiadas a las transformaciones realizadas.	Se requiere que el estudiante profundice en los aspectos notacionales y en las diferentes maneras de escribir las fórmulas, para lograr ubicar el compuesto donde corresponde.
Dificultad del juego para los estudiantes.	Es apropiada y adaptable a diferentes edades, como una forma de repaso. Se repiten siempre las mismas operaciones.	Es elevada, el RED es un sistema relativamente complejo, aunque permite el ensayo-error.	Es muy alta debido a que reconocer los diferentes tipos de fórmulas, requiere entrenamiento y conocimiento sobre los diferentes compuestos orgánicos y sus posibles representaciones.

	pH PUZZLE	ALQUIMICO	QUIZMICO
Estrategias para ganar.	Al ser repetitivo la estrategia para ganar es siempre la misma.	Se puede ganar si se destina suficiente tiempo para probar, aunque no se tenga suficiente conocimiento de química orgánica.	Para ganar se requiere mucho conocimiento, es posible consultar libros especializados e internet. Esto demandaría mucho tiempo a un estudiante novato.
Información para jugar	En los tres casos se proporciona información apropiada para jugar, si se dispone de cierto conocimiento. Las indicaciones del docente mejorarían el aprovechamiento del RED.		
Sistema de recompensa a los usuarios	El RED promueve el deseo de ganar y activa el circuito de la recompensa, empleando reforzadores primarios y secundarios (monedas, papeles de colores, felicitaciones).		
Estética y Diseño del juego.	La estética y el diseño son visualmente agradables sobre todo en Alquímico y Quízmico donde interviene la fantasía y existiría mayor trabajo informático y de diseño.		
Participación y colaboración entre estudiantes.	Los tres RED promueven la colaboración entre los estudiantes, destacan el trabajo en el laboratorio e incentivan el estudio, la curiosidad y el interés del alumno por la química. Esto último requiere de otros análisis y evaluaciones que se realizarán más adelante.		

V. FORTALEZAS Y DEBILIDADES

En la tabla II se presenta una síntesis de las principales fortalezas y debilidades didácticas de cada RED analizado.

TABLA II. fortalezas y debilidades de cada RED.

Fortalezas	Debilidades
pH puzzle-ordene las sustancias	
Se usan elementos de laboratorio adecuados y acordes con cualquier laboratorio de estudio.	Los niveles son repetitivos y no incorporan nuevos saberes.
Se ofrece al estudiante vínculos a otros RED como un video sobre los conceptos de pH y pOH, calculo pH y pOH, concentración de H+, variación de pH en función de la H+ y de escalas.	En la neutralización no se explicita la concentración de las soluciones neutralizantes, aunque se visualiza la variación apropiada de la cantidad de gotas ácidos o bases que se agregan con el gotero.
Se ofrece al profesor un vínculo a la BNCC (Base Nacional Común Curricular), una guía didáctica y Cursos de formación	Podría ser interesante que los alumnos dispongan de un recurso o botón dentro de la aplicación para calcular la [H+] y relacionarla con los conceptos del video propuesto como complemento, al cual se accede en el área de consulta del estudiante. Además, permitiría reflexionar sobre el valor de pH=0.
Se promueve la formación de ciudadanos, responsables y capaces de evaluar los riesgos involucrados en las actividades cotidianas aplicando los conocimientos de las Ciencias Naturales para justificar el uso de los equipos, las conductas de seguridad, el resguardo de la integridad física, Individual, colectiva, y socioambiental.	No se cuestiona la construcción la escala de pH en términos de los indicadores universales, para cubrir el rango de los pH de la escala.
Alquímico	
El estudiante puede cuestionar qué compuestos reaccionan o no y formular respuestas fundadas a esas preguntas porque él elige como combinarlos.	No tiene en cuenta el material de laboratorio.
Las misiones llevan a reflexionar sobre el tipo de reacción, su mecanismo y la reactividad de los compuestos orgánicos e inorgánicos que se ponen en juego.	Utiliza analogías basadas en recipientes, inflador, pava con mecánico y reloj analógico (inexistente en la época del alquimista).
El RED informa sobre la utilidad de los compuestos en la vida cotidiana. Por ejemplo, menciona que el acetato de etilo es usado como solvente en tintas barnices y adhesivos.	En la reacción de inicio que involucra al metano se realiza una adición. Este tipo de reacciones no son síntesis efectuadas de rutina en un laboratorio de estudio. No tiene en cuenta que la fuente de los alcanos son el petróleo y el gas natural o el cracking de petróleo.
Es posible analizar fenómenos y procesos naturales y tecnologías basadas en interacciones y relaciones entre materia y energía.	Se aumenta relativamente la distancia entre el saber académico y el saber enseñado.
Quízmico	
Permite enseñar a que grupo funcional pertenece cada compuesto relacionando su estructura química con la función orgánica correspondiente.	Requiere que el estudiante tenga u obtenga conocimientos sobre hibridación de carbono e identificación de grupos funcionales.

Fortalezas	Debilidades
Promueve el cuestionamiento del estudiante sobre las relaciones entre estructuras y funciones orgánicas, al responder correctamente se accede a más conocimiento útil.	Requiere que el profesor posea adecuada formación en química orgánica.
Las ayudas, formuladas como preguntas, promueven la reflexión sobre la identificación de los compuestos.	Se proponen los compuestos oxigenados e hidrocarburos y podrían agregarse, por ejemplo, los compuestos nitrogenados.
La enseñanza sobre la hibridación del carbono en los distintos grupos funcionales y el tipo de representación utilizada mejora al propiciar la reflexión del estudiante sobre estos conceptos.	
A partir de la mediación del docente, el juego permite profundizar sobre las propiedades fisicoquímicas de estos compuestos, según sus funciones orgánicas.	

VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

En este trabajo analizamos tres RED didácticos relativos a fisicoquímica y química orgánica. El trabajo didáctico realizado en todos los casos es producto de la cooperación e interdisciplinariedad de los desarrolladores. Es destacable que los tres RED promueven el cuestionamiento del saber en mayor o menor medida. Esto se evidencia en la cantidad, diversidad y pertinencia de los otros RED propuestos tanto dentro del juego como en la guía didáctica, lo cual conduce a diversos recorridos de estudio posibles para expandir el saber. En este sentido, aunque los juegos mayoritariamente disponibles en internet se asocian a aspectos repetitivos y conductuales basados en el refuerzo (Soares y Rezende, 2019), en el caso de los RED considerados aquí, dichas características resultan ampliamente superadas gracias a las preguntas y desafíos vinculados al saber propuestos.

Cada RED ofrece distintas posibilidades. El pH Puzzle es el más tradicional y acotado en términos de los saberes que convoca. Al proponer niveles repetitivos, una vez estudiados los conceptos involucrados, es útil para fijar conocimientos. Alquímico y Quizmico son complementarios al abordar saberes comunes, relativos a funciones orgánicas, estructuras y fórmulas. Debido a que no proponen niveles sino diversas cuestiones, a través de los desafíos y misiones que convocan a nuevos conocimientos, resultan más compatibles con la enseñanza por indagación. La tabla 1 nos ha permitido identificar los efectos transpositivos del juego, ya que se evidencian las transformaciones realizadas al saber, tanto para desarrollar los juegos como para utilizarlos en el aula.

Todas las fortalezas identificadas en estos RED superan largamente a las debilidades. Es importante destacar que a la mediación involucrada en su concepción y diseño, debería añadirse la mediación del profesor, por ejemplo en la preparación de los escenarios de aprendizaje, en la dirección del estudio, etc. Asimismo, se plantean interrogantes sobre la apropiación de los RED, tanto por parte de los estudiantes como de los profesores. Esto último requiere de nuevas investigaciones.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se lleva a cabo con fondos del Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas en el marco del proyecto PIP 11220170100225CO y de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, proyecto PIO 80020210200035CE. Agradecemos a los integrantes de Laboratorio V-Lab UFPE.

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> .
- Adler, J. (2012). Knowledge resources in and for school mathematics teaching. From Gueudet, G., Pepin, B. & Trouche, L. (eds.). n/a ed. *Text to 'Lived' Resources: Mathematics Curriculum Materials and Teacher Development*. Mathematics Teacher Education. Netherlands: Springer, Vol. 7 n/a. p. 3-22.
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné*, Grenoble : La Pensée Sauvage (2e éd.1991). [Traducida al español: Chevallard Y (1997) *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. AIQUE, Buenos Aires]

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. DOI: <http://dx.doi.org/10.4471/redimat.2013.26>

Ferreira de Araújo, G. J., Gomes, A. S., Andrade, E. C. A. de ., & Silva , R. M. A. da . (2022). Novas tecnologias e educação rural na pandemia da COVID-19: reflexões a partir da região canavieira da Mata Sul de Pernambuco. *Conjecturas*, 22(4), 424–437. <https://doi.org/10.53660/CONJ-1465-2A19> .

Gomes, A. S.; Massa, R.; Zambom, E.; Melo, G.; Mariz, H.; Neves, I.; Belfort, M.; Alves, T.; Marques, L.; Nogueira, T.; Angélica Porto C. J.; Luna, B.; Guedes, L.; Queiroga, O.; Margaret, A.; Gabriel, J.V. Vinícius Viana, F.; Pereira, W.; Porto, M.; Neto, D.; Teixeira, L. pH Puzze. In: pH Puzze, 2021(a). Plataforma Integrada do MEC: Governo do Brasil, 8 abr. 2021. Disponible en: <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/recurso/359291>

_____; _____. Alquímico. In: Alquímico, 2021(b). Plataforma Integrada do MEC: Governo do Brasil, 25 oct. 2021. Disponible en: <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/recurso/358527>

_____; _____. Quizmico. In: Quizmico, 2021(c). Plataforma Integrada do MEC: Governo do Brasil, 2 dic. 2021. Disponible en : <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/recurso/359348>

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

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

Queiros, L. M.; Silva, C. J. P.; Lima, R. M. F. Alquímico. 2021. Patente: Programa de Computador. Número do registro: BR512021001230-5, data de registro: 15/06/2021, título: "Alquímico", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

Queiros, L. M., Gomes, A. S., Pereira, J. W., Castro Filho, J. A. de, Santos, E. M. dos, & Silva Neto, D. F. da. (2022). Enigmas de Yucatàn: Recurso Educacional Digital para o Ensino de Geometria Espacial. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 30, 108-134. DOI: 10.5753/rbie.2022.2140

Silva, C. J. P.; Queiros, L. M.; Gomes, A. S.; Lima, R. M. F.; Nogueira, T. J. D. D. pH Puzzle. 2022 a. Patente: Programa de Computador. Número do registro: BR512022000410-0, data de registro: 23/02/2022, título: "pHPuzzle", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

Silva, C. J. P.; Queiros, L. M.; Gomes, A. S.; Lima, R. M. F.; Nogueira, T. J. D. D. Quízmico. 2022 b. Patente: Programa de Computador. Número do registro: BR512022000444-5, data de registro: 02/03/2022, título: "Quízmico" , Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

Soares, M. H. F. B., & Rezende, F. A. de M. (2019). Análise Teórica e Epistemológica de Jogos para o Ensino de Química Publicados em Periódicos Científicos. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 19, 747–774. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u747774>