

## *Escuela CONGRIDEC*

### **EL JUEGO EN LA ENSEÑANZA DE LA LEY PERIÓDICA**

Patricia Carabelli<sup>1</sup>, Andrea S. Farré<sup>2</sup>, Andrés Raviolo<sup>3</sup>

*1-Universidad Nacional de Río Negro. Profesorado de Nivel Medio y Superior en Química. Introducción a la química, Química general y Taller de práctica docente en las ciencias experimentales II. Río Negro, Argentina.*

*2-Universidad Nacional de Río Negro. Profesorado de Nivel Medio y Superior en Química. Didáctica de la química I, Didáctica de la química II, Prácticas de la enseñanza. Río Negro, Argentina.*

*3-Universidad Nacional de Río Negro. Profesorado de Nivel Medio y Superior en Química. Introducción a la química y Química general. Río Negro, Argentina.*

E-mail: [pcarabelli@unrn.edu.ar](mailto:pcarabelli@unrn.edu.ar), [asfarre@unrn.edu.ar](mailto:asfarre@unrn.edu.ar), [araviolo@unrn.edu.ar](mailto:araviolo@unrn.edu.ar)

Recibido: 06/05/2020. Aceptado: 15/07/2020.

**Resumen.** La química supone ciertas dificultades a la hora de ser enseñada en la escuela secundaria. Esto puede deberse a que a menudo se abordan conocimientos que resultan abstractos, alejados de la cotidianidad de las y los estudiantes y que les impiden establecer nuevas relaciones para construir aprendizajes que sean significativos. Es el caso de la ley periódica y su representación en la tabla periódica. Este trabajo presenta un plan de tesis que propone indagar sobre la influencia de diferentes representaciones de la ley periódica en la construcción de la idea de periodicidad química a partir de emplear un juego como estrategia. Para hacerlo se emplea una metodología conocida como investigación basada en diseño que permite enfocarse en los procesos de aprendizaje mediante diferentes ciclos iterativos. Se presentan además los resultados de los primeros ciclos de iteración.

**Palabras clave:** Tabla periódica, Representaciones, Juegos.

#### **The game in teaching the periodic law**

**Abstract.** Teaching Chemistry in high school implies certain difficulties. This may be because Chemistry sometimes is too abstract for students and it is far away from their everyday life. In this way, students cannot establish new associations in order to build meaningful learnings. One example of this is the periodic law and its representation in the periodic table. This work presents a dissertation proposal. Its aim is to investigate the influence of different periodic law representations in building chemical periodicity knowledge, using a game as a strategy. Methodology used is known as design-based research. It allows focusing on learning processes through different iterative cycles. In addition,

the work presents the results of the first two iteration cycles.

**Key words.** Periodic table, Representations, Games.

## FUNDAMENTACIÓN

El plan de tesis doctoral "El juego en la enseñanza de la ley periódica: el aprendizaje a partir del uso de diferentes representaciones de la tabla periódica. Una experiencia en la escuela secundaria" se presentará en la Universidad Nacional del Comahue, en la Facultad de Ingeniería, en el marco del Doctorado en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, con mención Química. Será dirigida por la Dra. Andrea S. Farré y codirigida por el Dr. Andrés Raviolo, ambos profesores investigadores de la Universidad Nacional de Río Negro, Sede Andina.

Dentro de los contenidos de la Química que se enseñan en el nivel medio, la periodicidad química ha sido reconocida como imprescindible por especialistas en didáctica de las ciencias naturales y docentes de la asignatura. La ley periódica se presenta como la ley fundamental de la Química, y se evidencia en la tabla periódica donde se resumen el comportamiento y las propiedades de los distintos elementos. Tal como señala Scerri (2008, p. 234), la tabla periódica "*Captura la esencia de la química en un diseño elegante. La tabla periódica proporciona una forma concisa de entender cómo reaccionan entre sí todos los elementos conocidos y se enlazan químicamente, y ayuda a explicar las propiedades de cada elemento que lo hacen reaccionar de tal manera.*"

En este sentido, al ser consultados, docentes de distintas latitudes (Franco-Mariscal y Oliva-Martínez, 2012, Mokiwa, 2017) coinciden y entienden que es importante enseñar este contenido en la escuela secundaria. Le asignan a la tabla periódica funciones didácticas porque facilita la enseñanza y también, funciones organizativas porque sirve para ordenar, predecir y confirmar propiedades periódicas. Además, consideran que el estudio de la tabla permite diferentes lecturas, pudiéndose obtener gran cantidad de información sobre los elementos en general y sobre cada uno de ellos en particular. Así, la tabla periódica se reconoce como la fuente de información más sencilla y más extendida en la química, constituyéndose en una herramienta de suma importancia tanto para la enseñanza como para la investigación (Ritter, da Cunha, y Stanzani, 2017).

Cuando se le pregunta al profesorado si el alumnado llega a valorar y comprender la importancia de la tabla periódica, suelen sostener que en gran medida esto depende de la forma en que se enseña. En este sentido, han señalado por ejemplo, que la memorización de conceptos altamente abstractos, limitando el papel de la tabla periódica a un uso instrumental para la escritura de fórmulas químicas, genera aprendizajes limitados. Mientras que las estrategias basadas en la participación

activa, propician la comprensión de la ley periódica, favorecen la motivación para abordar esta temática y promueven aprendizajes significativos con respecto a dicha ley. Además, reconocen a la periodicidad como uno de los conceptos más difíciles de construir con sus alumnos y alumnas, entre otras razones porque requiere considerar diferentes variables al mismo tiempo, aunar un criterio para ordenar los elementos y concomitantemente ser conscientes de la regularidad de las propiedades.

Además de estas dificultades, Franco-Mariscal y Oliva-Martínez (2012) revelan otros obstáculos que hacen difícil la comprensión del tema: 1) la complejidad de algunos conceptos que han de trabajarse en conjunto con el abordaje de la tabla periódica (electronegatividad, valencia); 2) la necesidad de interpretar la tabla desde los niveles macroscópico y sub-microscópico; 3) las deficiencias en la construcción de conceptos necesarios (átomo, masa atómica, cambio físico, formulación y nomenclatura química), entre otros. También destacan que algunas dificultades son consecuencia de un tratamiento didáctico y metodológico inadecuado en su enseñanza.

Con la intención de relevar las estrategias que se han publicado en relación con la enseñanza de este tema, se realizó una primera revisión bibliográfica de propuestas en español y portugués (Carabelli, Farré y Raviolo, 2019). Se analizaron en total 25 artículos extraídos de revistas que publican mayormente investigaciones en Didáctica de las Ciencias y de la Química. Se definieron categorías para su clasificación basadas en el tipo de estrategia que se emplea y el aprendizaje que se promueve según la expresión de los propios autores y autoras (Figura 1). En el contexto del proyecto de investigación, resulta significativo analizar si los juegos se utilizan como un recurso dentro o son una estrategia de enseñanza en sí mismo. Además, es importante evaluar el tipo de representación del sistema periódico que se emplea en cada caso.

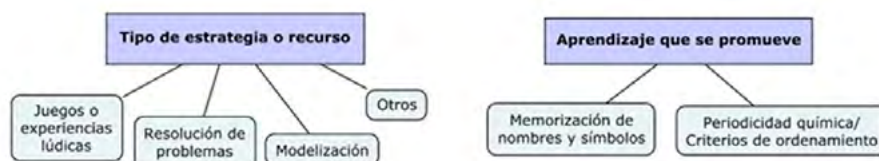


Figura 1. Clasificación de las estrategias revisadas en la bibliografía

En esta primera revisión, se pudo observar que en la mayoría de las propuestas se incluyen juegos o experiencias lúdicas. En general, se utilizaron como actividades de síntesis o cierre que promueven la memorización de símbolos, nombres y, en algunos casos, propiedades. Mientras

que las experiencias que aspiran a construir la idea de periodicidad estuvieron relacionadas con otro tipo de estrategias como, por ejemplo, el aprendizaje basado en problemas, la modelización o el uso de recursos TIC. Además, se observa que aquellas experiencias en las que se prioriza la participación activa del estudiantado favorecen la motivación y, en consecuencia, promueven aprendizajes más significativos para las y los estudiantes.

Dentro de las estrategias y recursos posibles, se ha observado que los juegos empleados para enseñar tabla periódica motivan y desarrollan actitudes favorables hacia los aprendizajes (Franco-Mariscal, Oliva-Martínez y Almoraima-Gil, 2015). Sin embargo, dentro de las diferentes propuestas lúdicas revisadas por Franco-Mariscal, Oliva-Martínez y Bernal-Márquez (2012a, 2012b), las que tienen como propósito la enseñanza de la idea de periodicidad y los intentos de clasificación de los elementos, resultan ser menos del 20%. En cuanto a los tipos de estrategias han descrito: bingos, juegos de cartas, tarjetas para ordenar, softwares y analogías. Solamente se ha referenciado un juego que utiliza a la tabla periódica tradicional como tablero, el cual tiene como propósito la enseñanza de la escritura de configuraciones electrónicas. Además, en estos juegos, a pesar de la existencia de diferentes propuestas para representar la periodicidad de las propiedades de los elementos, generalmente se emplea la icónica matriz rectangular conocida por todos como "la tabla periódica". Solamente en uno de ellos se utiliza una representación alternativa espiralada, que recupera las diferentes clasificaciones de los elementos químicos realizadas a lo largo de la historia en una pantalla interactiva. Es llamativo que esto ocurra, debido a que incluso el mismo Mendeleev analizó y empleó distintas formas de representar la ley periódica porque ninguna de ellas le resultaba totalmente satisfactoria (Bensaude-Vincent, 2001).

Llegando a este punto, cobra importancia definir qué es y qué no es un juego educativo y diferenciarlo de otro tipo de propuestas lúdicas. Los juegos, para ser considerados como tales, deben poseer tres características: objetivos, reglas e interacción. Los objetivos indican lo que las y los jugadores deben lograr, algo que define la interacción entre ellas y ellos. Las reglas son acuerdos previos sobre lo que se puede hacer y lo que no se puede hacer durante el desarrollo del juego. La interacción son las acciones recíprocas que se dan entre jugadores o equipos. Un juego es un espacio de interacción a partir de la creación de una situación real o imaginaria donde las y los jugadores se involucran voluntariamente bajo la intención, el deseo o el propósito de "jugar a". Para que haya juego las y los jugadores han de "salirse" de la realidad para "subirse" a un marco de realidad diferente creado a partir de la combinación de aspectos propios de la realidad y otros propios del campo de la imaginación (Sarlé, 2006). Cuando esto se logra, las y los jugadores,

en esta situación imaginaria, perciben la posibilidad de equivocarse sin temer a las consecuencias, se propicia un espacio distendido donde el aprendizaje se ve favorecido. Además, específicamente, un juego didáctico es aquel que se desarrolla para que los y las estudiantes aprendan y está más enfocado en el propósito educacional que en su función de entretenimiento. Sin embargo, no debería perderse de vista esto último, es decir la función lúdica del juego, aquella que propicia diversión y placer porque motiva a los y las estudiantes en el aprendizaje (Kim, Song, Lockee y Burton, 2018, Soares, 2016).

A pesar de que existen muchas propuestas de juegos para la enseñanza de la química y, en particular, de la tabla periódica, la mayoría se han presentado como innovaciones (y escasamente como parte de trabajos de investigación) contribuyendo poco a la reflexión sobre la práctica docente. (Franco-Mariscal y col., 2012a, 2012b, Messeder Neto y Moradillo, 2017). En este sentido, Soares (2016) ha señalado problemas generales de las publicaciones que dan cuenta del uso de juegos en la enseñanza de la química tales como: 1) la obviedad de los resultados y sus discusiones, los cuales no se centran en la presentación de cómo el juego ayudó a la comprensión del concepto que se busca enseñar, 2) la falta de definición del objetivo del trabajo que generalmente se lo presenta como un relato de experiencia, quizás por el desconocimiento de que es posible hacer investigaciones en esta área, 3) la falta de un marco conceptual que indique desde qué enfoque didáctico y de aprendizaje se propone la experiencia y el análisis de los datos.

En el contexto de esta investigación, el juego se analiza desde la concepción del aprendizaje como un proceso de construcción social (Vygotsky, 1978, Bruner, 1984). Los juegos ayudan a promover la atención voluntaria en las clases de química, a que los y las estudiantes entren en contacto con el contenido y así puedan apropiarse del mismo y entender su importancia. Esto sin contar que su carácter lúdico promueve el interés y motivación de cada estudiante haciendo que preste mayor atención, incluso después del juego. Además, al tratarse de un juego didáctico, implica una interacción principalmente de cooperación y colaboración, pasando la competencia a un segundo plano. Así, el juego trabaja desde la zona de desarrollo próximo, como una lente de aumento que hace que los y las estudiantes vean lo que no verían, por ejemplo, con una clase expositiva. La atención y la concentración voluntarias y la cooperación ayudan entonces al aprendizaje del tema (Kim y col., 2018, Messeder Neto y Moradillo, 2017).

Utilizar en el juego diferentes representaciones de la tabla periódica implica por un lado llamar la atención y vincular a las y los estudiantes con distintos medios por el cual circula el conocimiento. Por el otro, como toda representación externa, las y los acerca a diferentes formas

de conocer y aprender por las funciones cognitivas que se ponen en juego en la tarea (Pérez-Echeverría, Martí y Pozo, 2010). Los sistemas externos de representación son creaciones culturales que permiten una forma más estable de comunicación y almacenamiento del conocimiento científico y, por lo tanto, favorecen posteriores construcciones. En estos sistemas se utilizan signos que remiten a la realidad que es representada, a veces la relación entre los signos y la realidad es directa y, en consecuencia, fácil de internalizar, mientras que otras veces la relación es más compleja y no, necesariamente, directa. Esto último ocurre en el caso de la tabla periódica, en el que, además, se suma la dificultad en la construcción de los conceptos relacionados con ella. Como dicen Pérez-Echeverría y col. (2010), las restricciones propias del dominio de conocimiento repercuten en el modo de representarlo. Por lo tanto, el aprendizaje de la tabla periódica estará estrechamente relacionado con la apropiación de los signos y con la construcción de los conceptos de este dominio.

Específicamente en esta investigación, el juego permitiría focalizar la atención sobre las diferentes representaciones de la tabla periódica posibilitando que el sujeto interiorice, reconstruya y resignifique su propio modelo de representación. La importancia de incluir diversas representaciones radica en que las características de la representación sirven como modelo y transforman los aspectos conceptuales. Así, el modelo mental que se construye de un determinado dominio será fruto de la interacción entre la estructura mental interna del sujeto y la representación externa (Schnotz y Kürschner, 2008), de manera que la idea que se construya acerca de la ley periódica podría estar influenciada por la representación o representaciones de la tabla periódica que se utilicen.

## **OBJETIVOS**

- Evaluar una estrategia didáctica consistente en un juego sobre la tabla periódica que utiliza diferentes representaciones alternativas a la clásica matriz rectangular denominada "tabla periódica".
- Indagar sobre la forma en que diferentes representaciones de la tabla periódica pudieran influir en la construcción de la idea de periodicidad química.

## **METODOLOGÍA**

Se ha caracterizado a la Didáctica de las Ciencias como una ciencia de diseño, en palabras de Estany e Izquierdo Aymerich (2001, p. 17) esto significa:

*"(...) que tienen que ver con un proyecto, es decir, no pretenden decirnos cómo «son» las cosas sino cómo «tendrían que ser» para alcanzar determinados fines y ejercer determinadas funciones. Interesa cómo*

*son las cosas pero solo en la medida que la información sea necesaria para alcanzar el fin deseado. El conjunto de información pertinente para alcanzar el fin propuesto por una ciencia de diseño es lo que podríamos llamar el «pilar teórico» sobre el que se asienta dicha ciencia de diseño.”*

Es decir, conviven en ella un discurso normativo-prescriptivo con otro interpretativo-explicativo que está en función de la intervención didáctica. Para construir este discurso normativo-prescriptivo puede comenzarse con la interpretación, enmarcada en una didáctica reflexiva, o puede trabajarse desde la intervención, como ciencia aplicada. En este caso se eligió la segunda opción realizando una investigación basada en diseño, la cual combina el diseño de estrategias con la investigación educativa. En ella, en lugar de realizar dichas actividades consecutivamente, se lo hace simultáneamente y, generalmente, involucrando a los y las docentes de los cursos donde se realiza la intervención. Es decir, en este tipo de investigación se amplía lo que se conoce comúnmente como diseño al agregar el objetivo de construir teorías sobre el proceso de aprendizaje y los medios que ayudan a ese proceso. Del diseño se recupera es la iteración, es decir, los ciclos de invención, intervención y reflexión. Se experimenta apoyándose en un marco teórico y luego mediante el proceso reflexivo se construye teoría retrospectivamente. Las teorías que se construyen son modestas en el sentido de que están ligadas al aprendizaje de un tópico específico y en un determinado contexto. Esto se debe a que la investigación se realiza en una clase real y las condiciones del estudio representan la complejidad de la práctica áulica (Prediger, Gravemeijer y Confrey, 2015).

Easterday, Rees Lewis y Gerber (2018) han descripto a esta forma de investigar como una meta-metodología que integra otros métodos en el proceso y que implica siete fases que no son necesariamente consecutivas: 1- enfocarse en el problema, 2- entender el problema, 3- definir los objetivos, 4- concebir una solución, 5- construir la solución, 6- probar la solución y 7- presentar la solución (Figura 2.).

Estas fases pueden ejemplificarse con el primer ciclo de iteración que surge a partir de un problema de la práctica docente como es el diseño de una estrategia que ayude a enseñar la periodicidad química (Fase 2- entender el problema). A partir de vislumbrar como posibilidad de resolver este problema utilizando un juego (Fase 4- concebir una solución), se hizo una primera revisión de bibliografía en la que se encontró que los juegos son una buena estrategia para resolver el problema, pero que hasta el momento casi no se habían empleado aquellos que utilizan la tabla periódica como tablero de juego (Fase 1- entender el problema).

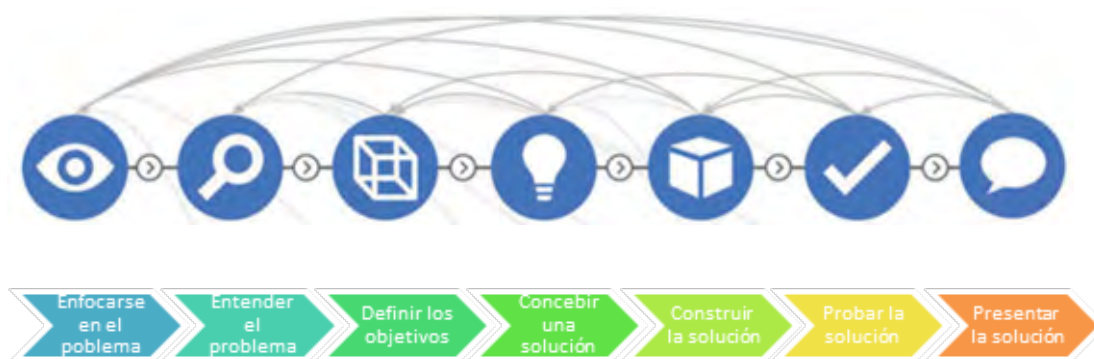


Figura 2. Fases de la investigación basada en diseño (adaptada de Easterday y col., 2018, p. 138)

Se diseñó entonces el juego (Fase 5- construir la solución) en el que una tabla periódica diferente a la tradicional se utiliza como tablero. Esta primera versión se utilizó para analizar si mediante su uso se podía construir conocimiento sobre la periodicidad química y si motivaba a los y las estudiantes (Fase 3- definir los objetivos). La intervención se implementó en un cuarto año de una escuela secundaria de Bariloche (Fase 6- probar la solución) obteniéndose datos mediante la observación no participante de la directora de tesis. Los resultados obtenidos en este ciclo de iteración se presentaron en un congreso (Fase 7- presentar la solución).

A partir de este primer ciclo de iteración se decidió realizar un nuevo ciclo preliminar en el que se utilizaron diferentes representaciones de la ley periódica como tableros, se trabajó con diferentes propiedades además de la configuración electrónica que se probara en la primera intervención y con un cuestionario más extenso posterior al juego. Como en el ciclo anterior, se realizó una prueba con estudiantes de cuarto año de una escuela secundaria de Bariloche, pero en este caso se analizaron las producciones de las alumnas y los alumnos. A partir de los resultados obtenidos se plantearon los objetivos de la presente investigación. Estos dos primeros ciclos, entonces ayudaron a 1- enfocarse en el problema, 2- entender el problema, y volver a 4- concebir una solución, y entonces, 3- definir los objetivos que se plantearon en este trabajo.

Actualmente, esta investigación basada en diseño está nuevamente en la fase 2 - entender el problema, realizando una extensa revisión de bibliografía y analizando los significados que dan sus autores a diferentes representaciones periódica. Estas comprensiones servirán de insumo para el diseño de una nueva versión del juego. A partir de la intervención didáctica posterior con esta nueva versión, se espera comprender de forma más profunda cómo las representaciones empleadas favorecen o dificultan el aprendizaje de la ley periódica, teniendo en cuenta que



toda representación ilumina algunas características y oscurece otras. Esta versión del juego será probada en primer lugar con docentes y futuros docentes de Química para evaluar su aplicación tomando sugerencias de las y los participantes. Luego, se convocará a docentes para probar con sus estudiantes la versión que se construya a partir de esta nueva fase 5 - construir la solución. Para recoger datos de este último ciclo de iteración se realizarán observaciones no participantes, se audiograbarán los grupos de jugadores, se realizarán entrevistas a docentes y estudiantes y se recolectarán las producciones que surjan a partir de la implementación de la estrategia didáctica. El análisis de las producciones y la observación pueden servir para evidenciar la forma en que las representaciones internas se modifican al estar en contacto con las representaciones externas (Prediger y col., 2015). Estos resultados, triangulados, y enriquecidos por lo obtenido a partir de las entrevistas, serán los insumos para la construcción de teoría.

## **RESULTADOS y DISCUSIÓN DE LOS PRIMEROS CICLOS ITERATIVOS**

Se realizaron dos versiones del juego, probadas en dos escuelas secundarias de la ciudad de Bariloche. Estas experiencias han permitido hacer una evaluación preliminar su uso como estrategia para enseñar la tabla periódica. En la segunda versión se incorporaron diferentes representaciones de la tabla periódica con la intención de avanzar en la construcción de conocimiento acerca de cómo las representaciones pueden influir en la construcción del concepto de periodicidad química. En lo que sigue presentaremos un resumen de los resultados, una versión más detallada se puede ver en Carabelli y Farré (2017)

En la primera versión del juego se empleó una tabla periódica no tradicional, adaptada de *The angular form of periodic table* (solamente constaba del símbolo y el número atómico como información), disponible en una base de datos de tablas periódicas<sup>1</sup>, como tablero de juego de mesa. Esta versión permitió trabajar la relación entre la configuración electrónica externa (CEE) de los elementos, y su posición en la tabla periódica, y al mismo tiempo, el concepto de periodicidad. Se propuso que las y los estudiantes jueguen en grupos de 4 o 5 jugadores como máximo. Como resultado del juego cada jugador recolectó CEE de elementos para luego responder un cuestionario en conjunto con los integrantes del grupo de juego. De esta manera se estableció, por un lado, la competencia que puede estimular las ganas de comprometerse y al mismo tiempo que se promovió la cooperación en las respuestas al cuestionario. La resolución del mismo permitió relacionar el ordenamiento de los elementos con su CEE, analizar lo que implica el ordenamiento periódico y reflexionar sobre la tabla periódica de los elementos como una construcción humana e histórica.

---

1 ([http://www.meta-synthesis.com/webbook/35\\_pt/pt\\_database.php](http://www.meta-synthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php))

Para analizar la experiencia, además de la reflexión sobre la práctica llevada adelante, se realizaron observaciones no participantes al momento de que los alumnos respondieron el cuestionario. A partir de esto podemos decir que la experiencia fue positiva en cuanto a los objetivos propuestos. Las y los estudiantes se sintieron motivados a través del juego, se entusiasmaron. Por otra parte, al responder el cuestionario, se hizo evidente como las y los estudiantes podían relacionar lo que estaban aprendiendo con lo que ya habían construido anteriormente. Pudieron encontrar nuevas relaciones de significado entre conceptos. Esto sin contar que también pudieron apropiarse de la tabla periódica tradicional desde otro lugar, ya que para contestar el cuestionario alternativamente miraban la tabla blanca que ellos habían completado, así como la tabla periódica tradicional.

A partir de este análisis surgieron igualmente algunos aspectos que fueron revisados en una nueva versión del juego. Uno de ellos estaba relacionado con la forma de representar la ley periódica, ya que las distintas formas de representación de la tabla podrían conllevar diferentes aprendizajes, incluso hasta obstaculizarlos. Esta hipótesis estuvo inspirada en la historia de la disciplina, específicamente en el mismo Mendeleev, quien como se indicó anteriormente, fue cambiando la forma de representar la ley periódica para encontrar alguna que le pareciera adecuada.

Otro aspecto a revisar en la propuesta lúdica fue el concepto de periodicidad, ya que en esta primera versión del juego, la tabla periódica se convertía en una ilustración de la teoría cuántica y no en una representación de las propiedades físicas y químicas de los elementos. Sin embargo, la teoría cuántica no explica completamente la periodicidad, ni la repetición de todas las longitudes de los periodos (Scerri, 2008).

En función de lo antedicho, en la segunda versión se incluyeron diferentes representaciones de la tabla como tableros así, cada grupo jugó con un tablero distinto. Se adaptaron estas representaciones de la misma forma que en el caso anterior. Como resultado los estudiantes recababan la CEE y se incorporaron otras propiedades periódicas para la posterior comprensión de la periodicidad. Otra de las diferencias con respecto a la versión anterior fue el cuestionario con el que se analizó la información obtenida a partir del juego. El mismo fue construido con la intención de incluir en el análisis de la periodicidad todas las propiedades que se recolectan en esta nueva versión.

Dicho cuestionario estuvo inspirado en una actividad perteneciente a un libro de actividades de un texto de secundaria (Fumagalli, 2000). En este cuestionario las y los estudiantes tuvieron que construir gráficos para representar la periodicidad. Esta opción fue la usada por Lothar Meyer, aunque empleando las masas atómicas. Si bien Mendeleev la rechazó porque podría interpretarse como una variación continua de las

masas atómicas (Bensaude-Vincent, 2001), la hemos incluido porque al graficar en función de los números atómicos esta aparente continuidad no es tal y pudiera servir para comprender la ley periódica. Nuevamente para evaluar la experiencia se recurrió a la reflexión sobre la puesta en práctica de la estrategia, pero en este caso se tomó como insumo para el análisis la producción de las y los estudiantes y la propia evaluación del juego que ellas y ellos hicieron. Al implementarlo demandó más tiempo del planificado porque se les pidió un número excesivo de propiedades de cada elemento.

En principio, se puede decir que el juego fue otra vez bien recibido por las y los estudiantes. Sin embargo, se observó que la función lúdica del juego, la que propicia diversión y placer, fue opacada por la función educativa del juego (Soares, 2016). Igualmente, en función de las respuestas dadas al cuestionario, las y los estudiantes, demostraron comprensión de las propiedades y su periodicidad, complejizaron las concepciones iniciales. Además, pudieron aprender a construir gráficos, ya que se presentaron dificultades al realizarlos, pero llegando a concluir que en los gráficos "hay patrones repetitivos, ya que (la propiedad) aumenta y disminuye repetitivamente" o que "se puede identificar que cada cierta cantidad de elementos los puntos de fusión son similares" y que las distintas propiedades como la densidad o la energía de ionización muestran relaciones similares.

## **CONCLUSIONES E IMPLICANCIAS**

Ambas versiones del juego han posibilitado abordar el estudio de la tabla periódica de los elementos logrando tanto la construcción de saberes como la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de la química. Permitieron trabajar no solo con los conceptos teóricos sino también reflexionar sobre su construcción y lo que significa la clasificación periódica. En este sentido, el juego en sus dos versiones permitió relacionar diferentes representaciones de la periodicidad de los elementos. Además, se pudieron realizar algunos ajustes para que las funciones lúdicas y educativas del juego no se opaquen mutuamente. En este sentido, se hicieron modificaciones en las cartas, seleccionando algunas propiedades y exigiendo una sola por carta. Esta tercera versión no se ha puesto en práctica debido a que en el tercer ciclo de iteración en el que se encuentra esta investigación se está llevando adelante la fase 2 - entender el problema del proceso de diseño. Esta consiste principalmente en una nueva revisión bibliográfica de estrategias. Se pretende a partir de la misma y de los aportes de la historia y filosofía de la química reversionar el juego, es decir, avanzar hacia las fases 3 y 4 (concebir la solución y construir la solución) para volver a las intervenciones.

Se ha intentado hacer una evaluación de cada una de las experiencias de forma tal que no resulte ingenua. En este sentido, las revisiones y

modificaciones que se han ensayado en cada caso tanto en el diseño del juego como en las actividades de construcción de conocimiento posteriores han permitido establecer un nuevo ciclo de iteración. Se hace evidente, así, que la teoría toma sentido práctico en la intervención y la intervención obtiene su potencialidad de la teoría (Easterday y col., 2018). Realizar el análisis en función del marco teórico seleccionado favorece una evaluación crítica acerca de las experiencias (Soares, 2016) y reconocer que tanto la teoría como las intervenciones, cada una por sí mismas, no son suficientes para construir conocimiento acerca de la práctica, en este caso acerca de la construcción del concepto de periodicidad química. La teoría y las intervenciones interactúan de manera compleja e iterativa.

En el próximo ciclo iterativo, se pretende hacer las modificaciones necesarias al juego de manera que se aprenda jugando. Se continuará trabajando complementariamente con el cuestionario posterior construido en la segunda iteración debido a que se pudo evidenciar la utilidad que presenta para construir los aprendizajes esperados. Además, se prevé una instancia de preparación para las y los docentes que lleven adelante la estrategia en sus aulas, en este sentido se organizarán algunas sesiones de discusión que culminarán con las sugerencias y modificaciones de acuerdo con el contexto de cada docente. Una vez terminada esa etapa se harán las intervenciones nuevamente recolectando datos de la forma en que fuera mencionado en la metodología propuesta en este escrito. Asimismo, teniendo en cuenta que en los primeros ciclos la evaluación acerca del uso de diferentes sistemas periódicos no se hizo de forma rigurosa ni exhaustiva, se propone como uno de los objetivos principales en esta nueva iteración.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bensaude-Vincent, B. (2001). Graphic representations of the periodic system of chemical elements. En: U. Klein (ed.), *Tools and Modes of Representation in the Laboratory Sciences* (pp. 133-161). Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, Holanda.
- Bruner, J. S. (1984). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid: Alianza Editorial.
- Carabelli, P. y Farré, A. S. (2017). Juguemos a la Tabla Periódica. *Educación en la Química en Línea*, 23(1 y 2), 105-116. Recuperado de: <http://www.adeqra.com.ar/index.php/institucional/numeros-antteriores/710-vol-23-n-1-y-2-2017>
- Carabelli, P., Farré, A. S. y Raviolo, A. (2019). ¿Qué estrategias didácticas se han publicado en español y portugués para enseñar tabla periódica? *III Encuentro de Investigadores en Enseñanza de las Ciencias (III EIEC)*, 19 y 29 de septiembre 2019.

- Easterday, M. W., Rees Lewis, D. G. y Gerber, E. M. (2018). The logic of design research. *Learning: Research and Practice*, 4(2), 131-160. <https://doi.org/10.1080/23735082.2017.1286367>
- Estany, A., e Izquierdo Aymerich, M. (2001). Didactología: Una ciencia de diseño. *ÉNDOXA*, 14, 13-33. <https://doi.org/10.5944/endoxa.14.2001.5015>
- Franco-Mariscal, A. J. Oliva-Martínez, J. M. y Almoraima-Gil, M. L. (2015). Students' Perceptions about the Use of Educational Games as a Tool for Teaching the Periodic Table of Elements at the High School Level. *Journal of Chemical Education*, 92(2), 278-285. <https://doi.org/10.1021/ed4003578>
- Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M. (2012). Dificultades de comprensión de nociones relativas a la clasificación periódica de los elementos químicos: La opinión de profesores e investigadores en educación química. *Revista científica*, 16(2), 53-71.
- Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M., y Bernal-Márquez, S. (2012a). Una revisión bibliográfica sobre el papel de los juegos didácticos en el estudio de los elementos químicos: Primera parte: los juegos al servicio del conocimiento de la Tabla Periódica. *Educación química*, 23(3), 338-345. [http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30118-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30118-0)
- Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M., y Bernal-Márquez, S. (2012b). Una revisión bibliográfica sobre el papel de los juegos didácticos en el estudio de los elementos químicos: Segunda parte: los juegos al servicio de la comprensión y uso de la tabla periódica. *Educación química*, 23(4), 474-481. [http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30135-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30135-0)
- Fumagalli, L. (Coord.) (2000). *Libro de actividades. Química. Estructura, propiedades y transformaciones de la materia*. Ed. Estrada: Buenos Aires.
- Kim, S., Song, K., Lockee, B. y Burton, J. (2018). *Gamification in Learning and Education. Enjoy Learning like Gaming*. Springer International Publishing: Suiza.
- Messeder Neto, H. S. y Moradillo, E. F. (2017). O jogo no ensino de química e a mobilização da atenção e da emoção na apropriação do conteúdo científico: aportes da psicologia histórico-cultural. *Ciência y Educação (Bauru)*, 23(2), 523-540. <https://doi.org/10.1590/1516-731320170020015>
- Mokiwa, H. O. (2017) Reflections on Teaching Periodic Table Concepts: A Case Study of Selected Schools in South Africa. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13 (6), 1563-

1573. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00685a>

- Pérez-Echeverría, M. P., Martí, E. y Pozo, J. I. (2010). Los sistemas externos de representación como herramientas de la mente. *Cultura y Educación*, 22(2), 133-147. <https://doi.org/10.1174/113564010791304519>
- Prediger, S., Gravemeijer, K. y Confrey, J. (2015). Design research with a focus on learning processes: an overview on achievements and challenges. *ZDM Mathematics Education*, 47(6), 877-89. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0722-3>
- Ritter, O. M. S, da Cunha, M. B. y Stanzani, E. L. (2017). Discutindo a classificação periódica dos elementos e a elaboração de uma tabela periódica interativa. *ACTIO. Docência em Ciências*, 2(1), 359-375. <https://doi.org/10.3895/actio.v2n1.6782>
- Sarlé, P. M. (2006). *Enseñar el juego y jugar la enseñanza*. Buenos Aires: Paidós.
- Scerri, E. (2008). *El pasado y el futuro de la tabla periódica: Este fiel símbolo del campo de la química siempre encara el escrutinio y el debate*. *Educación química*, 19(3), 234-241. Recuperado de: <http://www.journals.unam.mx/index.php/req/article/view/25837>
- Schnotz, W., y Kürschner, C. (2008). External and internal representations in the acquisition and use of knowledge: visualization effects on mental model construction. *Instructional Science*, 36(3), 175-190. <https://doi.org/10.1007/s11251-007-9029-2>
- Soares, M. H. F. B. (2016). Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: Uma discussão teórica necessária para novos avanços. *REDEQUIM. Revista Debates em Ensino de Química*, 2(2), 5-13. Recuperado de: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1311>
- Vygotsky, Lev S (1978). *Pensamiento y lenguaje*. Madrid: Paidós.