

Ideas para el aula

JUGUEMOS A LA TABLA PERIÓDICA

Patricia Carabelli¹ y Andrea S. Farré²

1-Profesora en el área de Ciencias Naturales, Instituto de Formación Docente Continua, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

2-Profesorado de Química, Universidad de Río Negro, Sede Andina, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

E-mail: patriciacarabelli@outlook.com; asfarré@unrn.edu.ar

Resumen. Docentes, filósofos y didactas de la Química coinciden en que la ley periódica es un contenido que resulta fundamental en la enseñanza y que presenta ciertas dificultades en su aprendizaje. La búsqueda de estrategias y recursos que permitan despertar la motivación de nuestros estudiantes y, al mismo tiempo, construir conocimiento es una tarea compleja pero a la vez creativa y necesaria. Emplear juegos es una manera de promover actitudes favorables hacia los aprendizajes de la tabla periódica. Presentamos dos experiencias en base a dos versiones de un juego de mesa que emplean otras formas de representar la ley periódica. Las evaluamos mediante la reflexión sobre la práctica de la primera autora, observaciones no participantes, el análisis de la producción de los alumnos y como estos evaluaron el juego. Ambos juegos favorecieron la conceptualización de aspectos relacionados con la naturaleza y aplicaciones de la tabla periódica, motivando el aprendizaje.

Palabras clave: Ley periódica, motivación, juegos en la enseñanza, tabla periódica.

Let's play periodic table

Abstract. Teachers, philosophers and researchers in Chemistry Education agree that the periodic law is a fundamental topic in Chemistry teaching though students experience difficulties to learn it. Looking for strategies and resources that motivate our students while allowing them to build knowledge, is a complex but creative and required task. Use of games promotes favourable attitudes towards learning the periodic table. We present two experiences about the implementation of two versions of a board game that represent the periodic law in unusual ways. Different ways of assessing the experiences included first author's reflection on her own practice, non-participative observations, analysis of students' production and students' evaluation of the game. Results showed both games favoured conceptualization of different aspects of periodic table nature and its applications while motivating learning.

Key words: Periodic law, motivation, games for teaching, periodic table.

INTRODUCCIÓN

Como docentes, estamos siempre en una búsqueda, intentando encontrar estrategias y recursos que permitan a nuestros alumnos construir conocimiento y desarrollar competencias, que al mismo tiempo transformen las clases y los motiven. Es decir, que los alumnos puedan disfrutar tal como lo hicimos nosotras en algún momento de esta aventura de aprender. Esta búsqueda se redobra cuando lo que enseñamos es Química. Dentro de las Ciencias Naturales, la Química se caracteriza por su muy mala reputación: la gente desconfía de ella y cree que es una ciencia compleja e incomprensible (Chamizo, 2011). Además de este imaginario, existen dificultades reales, ya que, como toda Ciencia Natural, muchas veces resulta contraintuitiva. Por lo tanto, están ausentes conceptos inclusores o sostén que permitan nuevas relaciones para construir aprendizajes significativos o sustentables (Galagovsky, 2004).

Dentro de los contenidos, uno que ha sido reconocido como fundamental por filósofos de la Química y docentes de la asignatura es la periodicidad química. La ley periódica se presenta como la ley fundamental de la Química debido a que resume 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 tanto, 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 y le asignan a la tabla periódica funciones didácticas (facilita la enseñanza) y organizativas (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. Sin embargo, cuando se les pregunta si los alumnos llegan a valorar y comprender la importancia de la tabla periódica, suelen sostener que en gran medida esto depende de la forma en que se lo enseña. Muchos docentes han señalado, por ejemplo, que si se propicia la memorización con conceptos altamente abstractos y limitando el papel de la tabla periódica a un uso instrumental como recurso para la escritura de fórmulas químicas, los alumnos llegan a tener aversión por la tabla periódica. Además, dentro de los conceptos que reconocen como difíciles de construir con sus alumnos está el de periodicidad ya que implica un alto nivel de abstracción, entre otras cosas 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.

Coincidimos con estos docentes en que las estrategias didácticas que se

empleen permiten distintos acercamientos a los contenidos y que es necesario elegir los mejores modos de representarlos para que los alumnos puedan comprenderlos. 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). De hecho, en la bibliografía se pueden encontrar distintos tipos de juegos que se han empleado para enseñar el tema que difieren en sus objetivos de aprendizaje (Franco-Mariscal, Oliva-Martínez y Bernal-Márquez, 2012a, 2012b). Se los puede dividir entre los que favorecen la memorización de los elementos y los que favorecen la conceptualización de aspectos relacionados con la naturaleza y aplicaciones de la tabla periódica. Estos últimos, han consistido mayormente en bingos, juegos de cartas, tarjetas para ordenar 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.

También en los juegos sucede que 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 los encontrados en la bibliografía (Franco-Mariscal, Oliva-Martínez y Bernal-Márquez, 2012b), 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. Sin embargo, aunque esta última opción es de libre acceso (<http://www.periodicspiral.com/>), es de difícil uso en nuestro contexto ya que se encuentra solamente en inglés.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, en este trabajo presentamos dos versiones de un juego de mesa que emplean otras formas de representar la ley periódica. Los mismos están inscriptos dentro de los que promueven la conceptualización de aspectos relacionados con la naturaleza y aplicaciones de la tabla periódica y fueron puestos a prueba en los años 2016 y 2017 en dos escuelas de gestión privada de la ciudad de San Carlos de Bariloche.

LA PRIMERA VERSIÓN DEL JUEGO

Teniendo en cuenta los antecedentes presentados, en el año 2016 la primera autora de este artículo desarrolló un juego de mesa que permitiera trabajar la relación entre la configuración electrónica externa (CEE) de los elementos y su posición en la tabla interpretando, y al mismo tiempo, el concepto de periodicidad (Carabelli y Farré, 2016). Se hizo de esta manera porque en la secuenciación de contenidos conceptuales, éste siguió al del modelo atómico actual, así al jugar los alumnos podían lograr nuevos conocimientos a partir de los ya construidos.

Para ayudar a pensar la idea de periodicidad, en este primer intento se empleó una tabla periódica que fuera ideada en el año 2008: *The angular form of periodic table*, disponible en una base de datos de tablas periódicas que se encuentra en Internet (http://www.meta-synthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php). Esta tabla consiste en dos círculos uno principal en el que se encuentran los elementos representativos y de transición y otro auxiliar en el que se presentan los elementos de transición interna. Para construir el tablero de juego se utilizó únicamente el círculo principal (Figura 1).

Se propone que los estudiantes formen grupos de 5 personas como máximo, cada grupo trabaja con una tabla periódica circular como tablero de juego, un dado y un mazo de cartas (Figura 1); mientras que, individualmente cada estudiante tendrá una tabla periódica tradicional con el número atómico como única información. Se define quien empieza y luego la ronda sigue hacia la izquierda, el primer jugador tira un dado y avanza sobre el tablero los casilleros que corresponda, caerá en algún elemento de la tabla, luego saca una carta. En todas las cartas aparece la siguiente indicación: "Escriba el símbolo del elemento y la CEE (configuración electrónica externa) en su tabla" y, además, dirá: "pierde el turno", "vuelve a jugar", etc. Así, los estudiantes van completando su tabla en blanco con los elementos y sus CEE en donde corresponde. Gana el jugador que más elementos tiene en su tabla blanca luego de que se terminen las cartas o un tiempo determinado de juego (lo que primero ocurra). Las cartas pueden ser entre 50 y 100.

Una vez que los estudiantes terminan de jugar, como es de suma importancia planificar una actividad que vincule el juego con la construcción del aprendizaje que queremos lograr, se confeccionó un cuestionario (Figura 1) que les permitiera relacionar el ordenamiento de los elementos con su CEE, analizar qué implica el ordenamiento periódico y reflexionar sobre la tabla periódica de los elementos como una construcción humana e histórica.

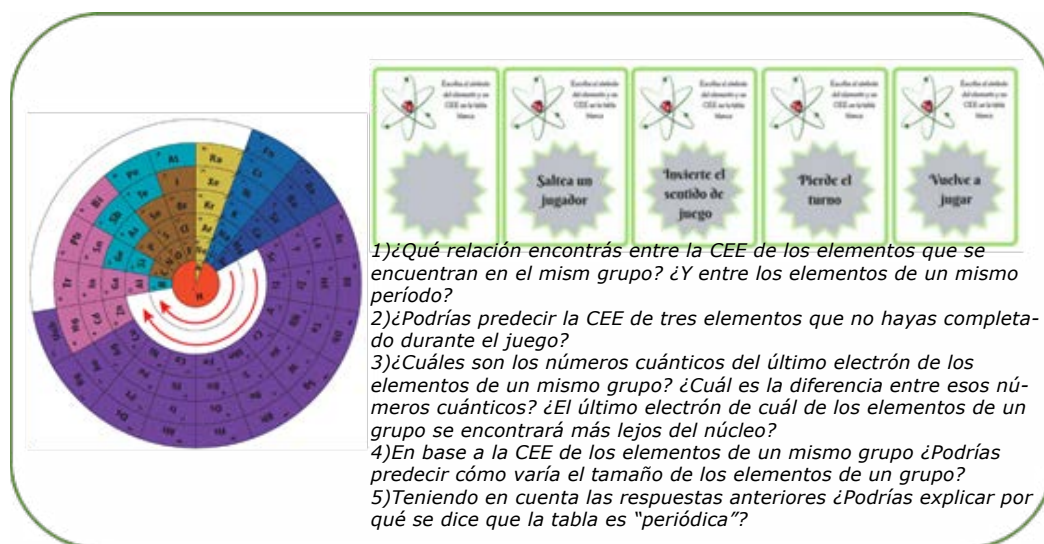


Figura 1. Componentes de la primera versión del juego

Evaluación de la propuesta

Para analizar la experiencia, además de la reflexión sobre la práctica de la primera autora, la segunda autora de este trabajo realizó observaciones no participantes al momento de que los alumnos respondieron el cuestionario. A partir de esto podemos decir que la experiencia fue muy positiva en cuanto a los objetivos propuestos. Los estudiantes se sintieron motivados a través del juego, se entusiasmaron. Durante su desarrollo manifestaron explícitamente la motivación que sentían por jugar y ganar. Al retomar el juego, en la siguiente clase y hacer la puesta en común, seguían señalando lo divertido que había sido jugar "a la tabla periódica". Por otra parte, al responder el cuestionario, se hizo evidente cómo 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 periódica muda que ellos habían completado, así como la tabla periódica tradicional.

A partir de este análisis surgieron igualmente algunos aspectos que podrían ser 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 pudieran conllevar diferentes aprendizajes, incluso hasta obstaculizarlos. Esta hipótesis se inspira en la historia de la disciplina, ya que el mismo Mendeleev analizó y empleó distintas formas de representar la ley periódica porque ninguna de ellas por sí misma le resultaba totalmente satisfactoria. Y si bien, como se señaló anteriormente, hoy casi sólo conocemos a la famosa "tabla periódica", la misma comenzó a hacerse popular dentro de la comunidad científica en la década de 1960 y recién fue adoptada por la IUPAC en la década de 1980 sin discutir las ventajas y desventajas de este tipo de representación (Bensaude-Vincent, 2001).

Otro aspecto a revisar en la propuesta lúdica era la periodicidad, ya que en esta primera versión del juego, la tabla periódica se convertía en una ilustración de la teoría cuántica y no 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. De hecho, la tabla periódica continúa siendo un área de investigación activa para los físicos y químicos (Scerri, 2008). Con lo cual solamente trabajar con la CEE implica una enseñanza con una imagen de la Química reducida a la Física y, además, intenta enseñar la estructura del átomo en función de los modelos vigentes pero no le da prioridad a los criterios químicos (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2009).

LA SEGUNDA VERSIÓN DEL JUEGO

En función de los aspectos a mejorar, durante el año 2017, se revisó el juego y se incluyeron en primer lugar diferentes representaciones de la tabla como tableros de juego (Figura 2).

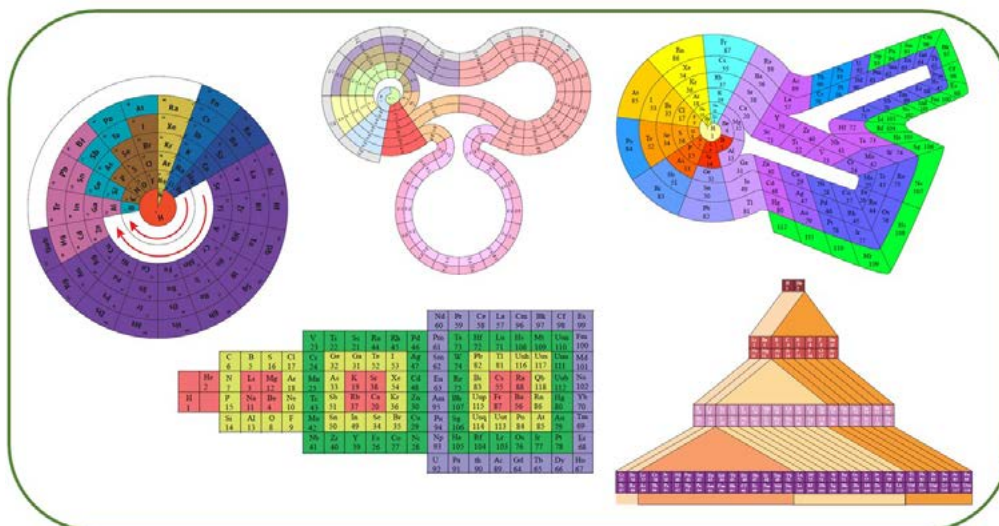


Figura 2. Tablas periódicas que hicieron las veces de tableros de juego

Así, cada grupo juega con un tablero distinto y se incorporan otras propiedades periódicas: el radio atómico, la energía de ionización, la densidad y los puntos de fusión y ebullición. También se trabaja con la CEE pero no es la única información que se emplea para la posterior comprensión de la periodicidad. Para recuperar la información que se pide en estas nuevas cartas (Figura 3), los estudiantes descargan en sus celulares alguna aplicación que proporciona las propiedades atómicas de todos los elementos como por ejemplo "Merk PTE" que posee datos en castellano. Nuevamente gana quien escribe más elementos en la tabla periódica blanca luego de un tiempo de juego o hasta que se terminen las cartas.

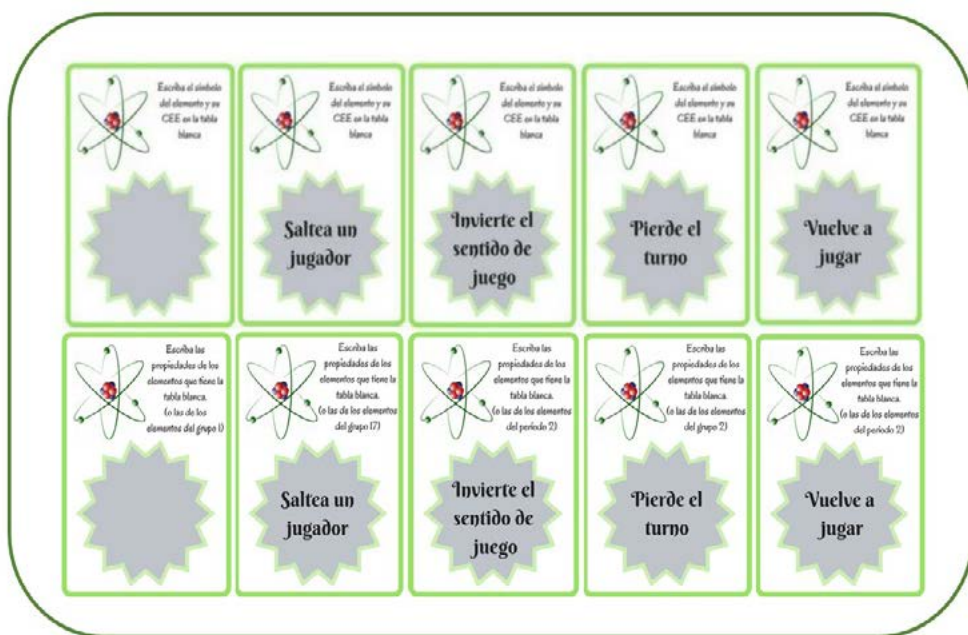


Figura 3. Cartas empleadas en la segunda versión del juego

También acá a partir de la información obtenida los alumnos debieron responder un nuevo cuestionario, que fue construido con la intención de incluir en el análisis de la periodicidad todas las propiedades que se piden en esta nueva versión (Figura 4). Dicho cuestionario estuvo inspirado en una actividad perteneciente al "Libro de actividades. Química. Estructura y transformaciones de la materia" de la Editorial Estrada (Fumagalli, 2000).

De esta forma, los estudiantes además de emplear representaciones en forma de tabla para entender la periodicidad, al responder al cuestionario tienen que construir gráficos que representen 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.

“Clasificación de los elementos”

- 1) Analicen las propiedades de los elementos presentes en su tabla blanca, busquen semejanzas y diferencias. Para ello realiza las siguientes gráficas:
 - a) Tendencias de una propiedad física
 - Selecciona los datos de punto de fusión o bien de punto de ebullición o densidad, y rotula el eje y.
 - Rotula el eje x con los números atómicos de los elementos.
 - Grafica los datos de la tabla
 - Une los puntos adyacentes con líneas rectas.
 - b) Tendencias periódicas
 - Selecciona los datos de radio atómico o bien de Energía de Ionización y rotula el eje y.
 - Rotula el eje x con los números atómicos de los elementos.
 - Grafica los datos de la tabla
 - Une los puntos adyacentes con líneas rectas.
 - c) ¿Revela alguna de las gráficas un patrón repetitivo?
 - d) ¿Qué hubiera sucedido si la gráfica se hubiera hecho con los pesos atómicos y no con los números atómicos?
- 2) Reordénelos, de modo tal que queden encolumnados los elementos que poseen propiedades semejantes. ¿Qué puedes decir de la CEE de los elementos de cada columna?
- 3) Escriban en la tabla blanca los números de grupo y período. ¿Qué relación hay entre la CEE de los elementos que se encuentran en el mismo grupo? ¿Y entre los elementos de un mismo período? ¿Qué relación hay entre la CEE y la posición de los elementos en la tabla periódica? ¿Podrías predecir la CEE de tres elementos que no hayas completado durante el juego?
- 4) Investiga cómo se llegó a la tabla periódica actual y relacionalo con el trabajo realizado.
- 5) Con base a este trabajo, ¿Por qué se llama tabla periódica a la organización de los elementos que hace el químico?

Figura 4. Cuestionario de la nueva versión

Implementación y evaluación de la segunda versión

Nuevamente para evaluar la experiencia recurrimos a la reflexión sobre la práctica de la primera autora, pero en este caso analizamos también la producción de los alumnos y la propia evaluación del juego que ellos hicieron.

Al implementarlo demandó más tiempo del planificado porque se les pidió un número excesivo de propiedades de cada elemento. Así que

luego de jugar, para hacer un cierre de la clase se les pidió una opinión y sugerencias para mejorar el juego y también, que en función de lo realizado, respondan por qué se llama periódica a la tabla de los elementos.

En principio, podemos decir que, aunque se notó un cierto desinterés por parte de los alumnos en el desarrollo del juego, otra vez fue bien recibido. Así, ellos explícitamente señalaron que:

- “El juego nos pareció interesante ya que es una mejor forma de aprender y recordar lo que aprendemos”
- “Es astuto pero le falta velocidad y que sea dinámico”
- “En nuestra opinión el juego estaba bueno y entretenido, sirve para aprender, pero le falta variar en las consignas de las cartas”

En esta versión entonces, la función lúdica del juego, que es aquella que propicia diversión y placer, fue opacada por las tareas, por la función educativa del juego (Soares, 2016).

La primera conceptualización de periodicidad a la que llegaron en esta clase, nos permitió hacer una revisión del cuestionario con una primera pregunta que ponga en cuestión algunas concepciones. Por ejemplo, los estudiantes relacionaban la periodicidad con un orden, con una complejidad creciente, o con que los elementos tienen diferentes características. Luego de esto sí se retomaba el cuestionario planificado (Figura 4).

A partir de este cuestionario, los alumnos, además de comprender las propiedades y su periodicidad, complejizaron las concepciones iniciales. Así, al responder la pregunta 4 del cuestionario original (Figura 4, quinta del realmente implementado) pudieron entender que la tabla es periódica ya que “las propiedades de los elementos se repiten cada cierto número de elementos y esas propiedades son parecidas, aunque no iguales”. 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 IMPLICACIONES

Pensamos que ambas versiones del juego nos 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, los juegos en sus dos versiones permitieron relacionar diferentes representaciones de la pe-

riodicidad de los elementos. Si bien, todavía hay que ajustar el balance entre lo lúdico y lo educativo del juego en su última versión, creemos que con pequeños ajustes como por ejemplo cambiando las cartas y pidiendo una sola de las propiedades, dicho balance se logrará.

Intentamos en la evaluación de los juegos propuestos no ser ingenuas y realizar una discusión de lo que posibilitaron y no posibilitaron los mismos. Evaluar de manera crítica (Soares, 2016) sin presentar obviedades como que los alumnos señalaron solamente lo bueno que fue jugar y lo mucho que aprendieron. Además, contar la experiencia de construcción del juego argumentando sobre las decisiones didácticas, indicando cómo surgieron las ideas y explicitando los objetivos de aprendizaje.

En este sentido, presentamos la experiencia porque entendemos que resulta una propuesta versátil, ya que además de poder trabajar con diferentes propiedades de los elementos, podría emplearse para otros fines. Solamente hace falta diseñar un nuevo mazo de cartas para cada propósito y luego como siempre una actividad que permita la sistematización de los conceptos a trabajar. Además, las actividades de sistematización no necesariamente tienen que tratarse de un cuestionario como los propuestos en este trabajo, se podría trabajar con otro tipo de estrategias o recursos que sean innovadores.

La idea, entonces, de esta comunicación, es que cada docente puede adaptar el recurso a sus contextos particulares, para no solo enseñar los contenidos conceptuales, sino para elegir qué contenidos procedimentales y actitudinales quiere que los alumnos aprendan. Cada versión del juego, en este caso permitió la apropiación de la ley periódica pero en las dos versiones se trabajó en forma diferente la construcción de la competencia gráfica (*graphicacy*). Además, en ambos casos, al emplear los juegos como recursos para favorecer el aprendizaje posibilitó que los alumnos respetasen a sus compañeros al aceptar las reglas del juego que en este caso fueron explícitas y predefinidas por la docente.

Decidimos comunicar nuestra experiencia, porque entendemos como Litwin (2005) que la réplica no es necesariamente una propuesta de escaso valor educativo. Esta autora nos recuerda por ejemplo a (p. 8):

"(...) Picasso, genial pintor del siglo XX, al que la réplica le permitió maravillosas creaciones del arte. Replicó, por ejemplo, a otro maestro de la pintura española: Velásquez, en "Las Meninas" creando un producto paradigmático de la producción artística. Picasso confeccionó 59 réplicas de Las Meninas. Y, las creó en la plenitud de su vida. Desde esa perspectiva, detenernos a pensar el sentido de la réplica utilizando nuevos soportes nos haría seguramente preguntarnos a cada uno de nosotros en la posibilidad de inspirarnos en las obras paradigmáticas de la ciencia o la cultura aun cuando sepamos que difícilmente nuestra réplica nos transforme en Picasso."

En este sentido es que nos replicamos a nosotras mismas en una y otra versión de juego y que invitamos a otros a replicarlos teniendo en cuenta sus contextos. Lejos (o cerca) de Las Meninas, de Velázquez y de Picasso, los docentes al ser buscadores de, como decíamos al comenzar este artículo, estrategias y recursos que permitan a nuestros alumnos construir conocimiento y desarrollar competencias y que al mismo tiempo transformen las clases y los motiven, nos convertimos en replicadores. También, invitamos entonces a que otros docentes cuenten sus experiencias para que nosotros podamos replicarlas a modo de homenaje.

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.

Carabelli, P. y Farré, A. S. (2016). Juguemos a la tabla periódica: Recuperando lo lúdico para enseñar Química. *Jornadas Pedagógicas. Los educadores como productores de conocimiento pedagógico. Problemáticas y desafíos comunes en el contexto actual*. Instituto de Formación Docente. San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Chamizo, J. A. (2011). La imagen pública de la química. *Educación química*, 22(4) 320-331. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2011000400007&lng=es&tlng=es.

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.

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. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/issue/view/380>

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. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2012000300003&lng=es&tlng=es.

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. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2012000400008&lng=es&tlng=es.
- Fumagalli, L. (Coord.)(2000). *Libro de actividades. Química. Estructura, propiedades y transformaciones de la materia*. Ed. Estrada: Buenos Aires.
- Galagovsky, L. R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable Parte 1: Modelo teórico. *Enseñanza de las ciencias*, 22(2), 229-240. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/issue/view/1823/showToc>
- Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2009). Physical Construction of the Chemical Atom: Is it Convenient to Go All the Way Back? *Science & Education*, 18(3-4), 443-455.
- Litwin, E. (2005). De caminos, puentes y atajos: el lugar de la tecnología en la enseñanza. *Conferencia Inaugural del II Congreso Iberoamericano de EducaRed "Educación y Nuevas Tecnologías"*. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de <http://www.saidem.org.ar/docs/Uces2016/Litwin%20E.%20De%20caminos%2C%20puentes%20y%20atajos%20...pdf>
- 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. Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de <http://www.ejmste.com/Issue-6-2017,1787>
- 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 el 28 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2008000300012&lng=es&tlng=es.
- Soares, M. H. F. (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 el 28 de noviembre de 2017, de <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1311>