

ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS IBEROAMERICANAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA TABLA PERIÓDICA

Andrea S. Farré, Patricia Carabelli y Andrés Raviolo

Universidad Nacional de Río Negro. Sede Andina.

E-mail: asfarre@unrn.edu.ar

Resumen. Presentamos una revisión bibliográfica sobre estrategias didácticas para la enseñanza de la tabla periódica. Analizamos 37 artículos publicados en idioma español y portugués por revistas editadas en Iberoamérica. Los resultados mostraron cinco grupos de estrategias. Las experiencias lúdicas fueron las más elegidas, seguidas en un número mucho menor por la contextualización y la indagación y/o modelización utilizadas, luego la lectura y/o escritura, y finalmente otras estrategias (analogías y mapas conceptuales). Mayormente las estrategias se emplearon para que los y las estudiantes se familiaricen con la tabla periódica y no para que construyan la idea de periodicidad. Además, generalmente hicieron uso solamente de la tabla periódica tradicional. Mayormente las propuestas fueron puestas en práctica, pero la evaluación de las mismas estuvo principalmente ligada a la satisfacción del alumnado. Pocas evaluaciones tuvieron en cuenta la influencia de la estrategia sobre el aprendizaje.

Palabras clave. Estrategias didácticas, Tabla periódica, Periodicidad.

Strategies for teaching the periodic table in Iberoamerica

Abstract. The article introduces a review of strategies for teaching the periodic table. The review analyzed 37 articles published in Spanish and Portuguese in Iberoamerican journals. Findings showed five groups of strategies. Playful-based strategies were, by far, the most commonly presented. Context-based strategies, and inquiry and modeling-based strategies, represented a far distant second and third groups, respectively. Reading and writing-based strategies formed a minor fourth group. Finally, a fifth group of strategies relied on analogies and conceptual maps. The use of strategies mostly looked for helping students to get used to the periodic table, and it didn't look for students to learn the idea of periodicity. Additionally, strategies employed the traditional periodic table. Findings also showed the application of a majority of the proposals in a real class setting. However, students' satisfaction with the strategy was the main factor considered for assessment. A few assessments took in account how strategies influenced students' learning.

Key words. Teaching strategies, Periodic table, Periodicity

INTRODUCCIÓN

Hace 150 años el químico ruso Dimitry Mendeléiev publicaba por primera vez en su libro "Principios de Química" dos versiones de la tabla periódica. Las que incluyó fueron una en la que los períodos estaban representados en columnas y otra en la que los períodos correspondían a filas horizontales. Según Bensaude-Vincent (2001) deberíamos hablar de la "ley periódica de Mendeléiev" más que de su tabla, ya que además de las dos primeras versiones, en las siete ediciones subsiguientes de su libro y también en otros artículos, la forma de ordenar los elementos y la

información que presentaba en las diferentes representaciones fue variando. Por ejemplo, la tabla que apareció en la edición de 1869 consistía en una tabla con períodos verticales que incluía solamente símbolos y masas atómicas, mientras que en su tercera edición del año 1877, la tabla tenía períodos horizontales y además de símbolos y masas atómicas incluía las fórmulas genéricas de los óxidos e hidruros que forman los elementos de cada grupo.

La tabla periódica tal como la conocemos hoy, esa icónica matriz rectangular, se popularizó dentro de la comunidad científica en la década de 1960 y fue adoptada por la IUPAC recién en 1980. Esta tabla al igual que las utilizadas por Mendeléiev sufre de un inconveniente, en estas tablas no se respeta que: *"la secuencia de los elementos es ininterrumpida y en cierto modo representa una función espiral"* (Mendeléiev citado por Bensaude-Vincent, 2001, p. 136). Igualmente, en la que puebla nuestras aulas y en todas las versiones de tablas periódicas, lo que se intenta representar es la ley periódica. Como sostiene Scerri (2008, p. 234) estas representaciones capturan *"(...) 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."*

Debido al hecho histórico, y a la importancia que tiene actualmente, es que este año la Asamblea General de las Naciones Unidas lo ha proclamado como Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos, *"(...) a fin de concienciar a nivel mundial sobre las ciencias básicas y mejorar la educación en este ámbito (...)"* (Naciones Unidas, 2017, pp. 10-11). En este contexto, revisar las estrategias empleadas para la enseñanza de la tabla periódica contribuye a los propósitos de la mencionada declaración. Entendemos por estrategia *"al conjunto de decisiones que toma un docente para organizar la enseñanza con el fin de promover el aprendizaje de sus alumnos"* (Anijovich y Mora, 2010, p. 23). El objetivo del presente trabajo, entonces, es presentar una revisión de los artículos sobre estrategias didácticas para la enseñanza del tema tabla periódica en el nivel medio, publicados en revistas de Iberoamérica en idiomas español y portugués.

METODOLOGÍA

Realizamos una búsqueda en Google Académico utilizando como criterio de búsqueda: enseñanza tabla periódica o *ensino tabela periódica*. A partir de la lectura de los títulos y los resúmenes seleccionamos artículos que dieran cuenta de estrategias didácticas para el nivel medio y que hubieran sido publicados en revistas de acceso abierto. Se completó la selección buscando en los sitios de las revistas utilizando las palabras: tabla periód-

dica o *tabela periódica*. Cabe aclarar que se excluyeron otras revisiones de literatura focalizadas en un solo tipo de estrategia (como por ejemplo: Franco-Mariscal, Oliva-Martínez y Bernal-Márquez, 2012a y 2012b) o que revisaran artículos publicados en revistas o congresos brasileros (por ejemplo: Leite, 2019 o Ramos y otros, 2018) o publicaciones del *Journal of Chemical Education* (por ejemplo: Linares e Izquierdo, 2007). No obstante, revisamos las referencias bibliográficas para completar la selección de trabajos. De esta manera recopilamos un total de 37 artículos (14 en español y 24 en portugués, ver Anexo) publicados en revistas cuyo alcance incluía exclusivamente la divulgación de investigaciones o indistintamente investigaciones o innovaciones sobre enseñanza en general, enseñanza de las ciencias o enseñanza de la química.

Para sistematizar el análisis planteamos las siguientes preguntas que guiaron la lectura:

1. ¿Por qué es importante presentar estrategias didácticas para la enseñanza de la tabla periódica?
2. ¿Qué tipo de estrategia emplean y por qué la utilizan?, ¿qué aprendizaje se busca promover?, y ¿qué tipo de representación de tabla periódica emplean?
3. ¿El trabajo se trata de una propuesta o es una intervención y si dicha intervención fue evaluada y de qué forma?

RESULTADOS

1. La importancia de presentar estrategias didácticas para la enseñanza de la tabla periódica

Como se puede observar en la Figura I, las propuestas se fundamentaron principalmente (28 de 37 artículos) a partir de la importancia de la estrategia empleada. En más de la mitad de estos trabajos (17) la única fundamentación empleada estuvo ligada a las potencialidades de las estrategias, lo cual será descrito en el apartado siguiente.



Figura 1. Fundamentación de la presentación de la innovación y/o investigación

También, la fundamentación estuvo basada en la importancia de la tabla periódica (11 de 37 artículos), aunque en ningún caso se empleó únicamente esta justificación. Trassi y otros (2001) sostuvieron que la tabla periódica resulta un buen ejemplo de cómo a través de la ciencia se busca sistematizar la naturaleza. En tanto, Eichler y Del Pino (2000) indicaron que el descubrimiento de la ley periódica se considera un hito sin precedentes en el desarrollo de la Química, esto puede deberse a que la ley periódica sería la ley fundamental de la Química debido a que resume el comportamiento y las propiedades de los distintos elementos (Carabelli y Farré, 2017). La tabla periódica también implica un ejemplo de cómo se relacionan la Física y la Química (Domènech-Casal, 2019). En este sentido Fialho, Vianna Filho y Schmitt (2018) han citado una metáfora en la que se compara a la Química con un árbol, cuyas raíces se relacionan con la Física y cuyo tronco está constituido por la tabla periódica desde donde se expande, ya que nuestro planeta está formado por los elementos representados en la tabla periódica. Dada estas características, la tabla periódica es reconocida como la fuente de información más sencilla y más distribuida en la Química (Carrizo, Torres y Chrobak, 2010, Kalkanis Torrealba, García Hernández, Rodríguez, 2010) constituyéndose en una herramienta muy importante (Anta Unanue, 2013) tanto para la investigación como para actividades didácticas (Ritter, da Cunha, y Stanzani, 2017). Su estudio, entonces, constituye un eje estructurante de los cursos de Química (Carrizo, Torres y Chrobak, 2010, Kalkanis Torrealba, García Hernández, Rodríguez, 2010, Perinez, Soliveres y Maturano, 2019) y a partir de él pueden enseñarse temas tales como: modelos atómicos (Eichler y Del Pino, 2000), uniones químicas, estructura de la materia, propiedades físicas, reactividad de compuestos orgánicos (Ritter, da Cunha, y Stanzani, 2017, Perinez, Soliveres y Maturano, 2019) siendo esencial en la alfabetización científica de los y las estudiantes (Fialho, Vianna Filho y Schmitt, 2018). Incluso, se puede ir más allá y la tabla periódica se puede constituir en un *"juguete cultural donde se pueden aprender nociones de arte, filología, geografía, gramática, historia, lenguas –sobre todo, el inglés–, mitología, y otras habilidades y destrezas –como el manejo de los paquetes de programas del MS Office u Open Office, Adobe Acrobat, PowerPoint y otros, así como la navegación a través de Internet"* (Román Polo, 2015, p. 247).

Otro argumento para dar cuenta de la importancia de proponer estrategias de enseñanza de la tabla periódica fue el de las dificultades que conlleva el aprendizaje del tema (11 de los 37 artículos). La dificultad mayormente señalada fue que los y las estudiantes tienden a implicarse en la ardua tarea de memorizar la información que consideran más importante, es decir, nombres, posición, características de los elementos y tendencias de las propiedades periódicas (Penteado, de Oliveira y Zacharias, 2010), muchas veces utilizando "musiquitas" y reglas nemo-

técnicas (Chacon y Robaina, 2014). Esto puede llegar a ser un calvario para ellos y ellas, pero recurren a la memoria debido a que esta información les resulta "misteriosa" (Tejada y Romero, 1994), sin significado (Anta Unanue, 2013), sin una relación significativa con su vida cotidiana (Chacon y Robaina, 2014) y por lo tanto no saben cómo utilizarla (Godoi, de Oliveira, y Codognoto, 2010) y terminan olvidándola (Saturnino, Luduvico y dos Santos, 2013). Es por esto que este contenido ha sido reconocido como uno de los de mayor dificultad en todo el mundo y en cualquier nivel de enseñanza (Freitas y dos Reis, 2014, Román Polo, 2015, Saturnino, Luduvico y dos Santos, 2013). Específicamente la comprensión de la periodicidad es uno de los aspectos más dificultosos (Perinez, Soliveres y Maturano, 2019), dado que implica un alto nivel de abstracción, porque, entre otras cosas, requiere considerar diferentes variables al mismo tiempo, aunar un criterio para ordenar los elementos y concomitantemente ser conscientes de la regularidad de las propiedades (Carabelli y Farré, 2017). En tanto, Carrizo, Torres y Chrobak (2010) indicaron que la noción de elemento es problemática, ya que se ha detectado que los y las estudiantes tienen dificultades al diferenciar elementos de sustancias y mezclas. Además, confunden las sustancias simples y materiales macroscópicos con el concepto de elemento químico que es una idealización perteneciente al nivel submicroscópico y que se representa en el nivel simbólico. El hecho de que se use el término elemento químico con dos significados, aspecto que no suele ser aclarado, complica la situación (Raviolo, 2008). Domènech-Casal (2019), agregó que los y las estudiantes de secundaria suelen no tener interés sobre el tema muchas veces por que no conocen conceptos que son necesarios para la construcción del conocimiento sobre la tabla periódica.

Finalmente y en menor medida (9 de 37 artículos) los autores eligieron para justificar la propuesta señalar las falencias de las estrategias didácticas o de presentación tradicionalmente utilizadas. Entre las críticas estuvo el hecho de que las estrategias didácticas empleadas hasta el momento promovieron de una u otra forma, la memorización (Penteado, de Oliveira y Zacharias, 2010, Romano y otros, 2017), muchas veces basándose en un enfoque conductista (Kalkanis Torrealba, García Hernández y Rodríguez, 2010) o privilegiándose aspectos teóricos tan complejos que el tema se torna abstracto (Trassi y otros, 2001) e incluso haciendo que los y las estudiantes lo rechacen (Carabelli y Farré, 2017). Otro aspecto criticado es la presentación del tema en los libros de texto editados en portugués. En ellos se omite un enfoque histórico o solamente se destaca a Mendeleev en una historia realizada por personas iluminadas o que implica una construcción del conocimiento debida al azar o el destino. Además, se utiliza un tratamiento puramente descriptivo, centrado en la distribución electrónica y en la organización por grupos, dejando en segundo plano las propiedades y las caracterís-

ticas que han servido para clasificar los elementos logrando que los y las estudiantes no comprendan la periodicidad, algo que ha sido destacado también en algunos libros editados en español (Eichler y Del Pino, 2000, Guzmán Arellano y Rosales Rivera, 1996, Perinez, Soliveres y Maturano, 2019, Ritter, da Cunha, y Stanzani, 2017).

2. Estrategias, potencialidades y representaciones de la tabla periódica

Se han empleado estrategias de diversas índoles siendo las experiencias lúdicas las que lideran la elección (21 de 37 artículos, Figura II). Cabe aclarar que en el contexto brasilero, este tipo de estrategias se recomienda en las orientaciones curriculares nacionales (Romano y otros, 2017).

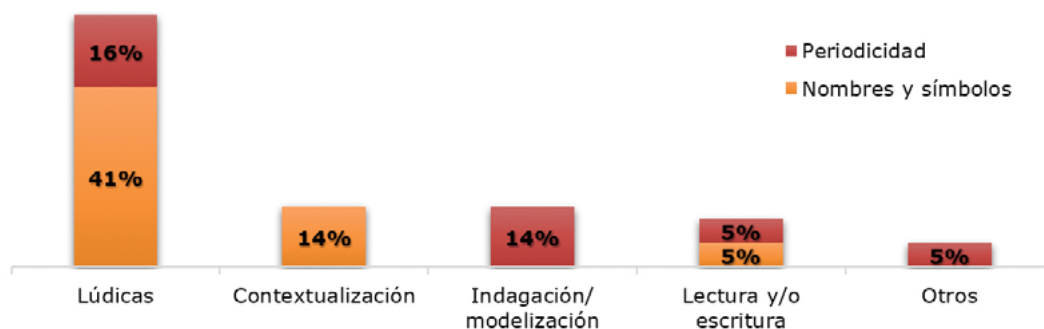


Figura 2. Frecuencia de estrategias publicadas y aprendizaje que promueven

Como se observa, el objetivo de las estrategias empleadas fue mayormente que los y las estudiantes se familiaricen con nombres y símbolos, posición en la tabla periódica de los diferentes elementos químicos, así como algunas de sus propiedades o características (23 de 37 artículos). En mucha menor medida las estrategias se han empleado para enseñar el concepto de periodicidad.

La elección de **estrategias lúdicas** se justificó en todos los casos debido a que posibilitan al mismo tiempo el aprendizaje activo y una gran motivación e interés. Esto es así porque los juegos deben tener las dos funciones bien definidas, la lúdica y la de enseñanza (Chacon y Robaina, 2014, Godoi, de Oliveira y Codognoto, 2010), siendo la primera de ellas la principal y la que define al juego (Rezende y otros, 2019). Pinheiro y otros (2015) argumentaron que los juegos constituyen una evasión de la vida real por un espacio temporal, en el que se desarrolla una actividad que tiene una orientación y orden propios, lo que los hace fascinantes y cautivantes. Un orden que se debe al conjunto de reglas que hay que seguir y que en las clases de Química pueden estar correlacionadas al contenido (de Sousa, Loja y Pires, 2018). Además, los juegos incentivan el

trabajo en equipo, exigen confrontaciones, y negociaciones, y también favorecen la interacción alumno/a-profesor/a de una forma diferente a la que se establece en una clase tradicional, desarrollándose, además de competencias cognitivas, competencias sociales y emocionales (do Nascimento, Mesquita y Corrêa, 2019, Durazzini y otros, 2018, Godoi, de Oliveira y Codognoto, 2010, Penteado, de Oliveira y Zacharias, 2010). En este sentido Silva, Nogueira y Souza (2012) sostienen que los juegos estimulan la curiosidad, la iniciativa y la autoconfianza, mejoran el desarrollo de habilidades lingüísticas, mentales y de concentración y ejercitan interacciones sociales y el trabajo en equipo. Asimismo, de Sousa, Loja y Pires (2018), indicaron que las reglas de los juegos pueden crear una zona de desarrollo próximo para que los/as alumnos/as puedan aprender nuevos conocimientos inaccesibles sin estos facilitadores del aprendizaje.

- A pesar de las posibilidades de aprendizaje que implican, la mayoría de las experiencias lúdicas fueron empleadas para que los y las estudiantes se familiaricen o recuerden aspectos de la tabla periódica. Entre ellos encontramos:
- Experiencias lúdicas en las que se arman palabras o frases con los símbolos de los elementos químicos, para realizar tarjetas (Tejada y Romero, 1994) o murales acompañados de breves historias sobre la tabla periódica y biografías de científicos (Peña Martínez, 2007) o solamente para recordar, por ejemplo, los elementos pertenecientes a un período o grupo (Román Polo, 2015)
- Sopas de letras (Tejada y Romero, 1994) y autodefinidos en los que se da la definición o alguna característica para que se escriba el nombre del elemento (Franco Mariscal, 2008)
- Bingos en los que a) se sustituye el cartón por tablas periódicas tradicionales mudas sin los elementos de transición interna y que pueden adaptarse a distintos niveles en función de que se marquen símbolos, nombres o identifiquen las casillas vacías, (Franco-Mariscal y otros, 2010), b) los cartones consisten en cuadrículas de 9 números y se sortean al mismo tiempo números y una ficha con datos sobre dónde se puede encontrar el elemento, su nombre y su símbolo y alguna incógnita a responder con la ayuda de una tabla periódica tradicional (Ferreira, 2017), c) se usa a modo de cartón una tabla periódica muda y se sortean 10 configuraciones electrónicas para cada participante marque las casillas con el símbolo y nombre del elemento que posea dicha configuración electrónica (de Sousa, Loja y Pires, 2018)
- Juegos de cartas inspirados en el juego comercial UNO al cual se le agregan cartas de preguntas y desafíos (Pinheiro y otros, 2015)

o en el que los/as jugadores/as pueden descartarse usando el color de la carta o el símbolo o el número atómico (de Alencar y otros, 2018)

- Juegos con tarjetas que se basan en el Memotest en donde una de las tarjetas a dar vuelta posee el símbolo y el nombre del elemento y la otra un ejemplo de su presencia en materiales cotidianos (Penteado, de Oliveira y Zacharias, 2010, do Nascimento, Mesquita y Corrêa, 2019), o que a partir de la lectura de una tarjeta en la que se incluyen curiosidades y pistas sobre los elementos, los/as jugadores/as deben indicar de qué elemento se trata (Romano y otros, 2017)
- Otros tipos de juegos, ya sea a) inspirados en el Sudoku que en las casillas deben acomodarse los símbolos de los elementos cuyo Z va del 1 al 9 (Silva, Nogueira y Souza, 2012), b) que se juegan en computadora y cuyo objetivo, en una primera fase es dar vida al cuerpo humano a partir de localizar los elementos en la tabla periódica que están presente en los seres humanos, y en la segunda, se responden preguntas con distintos niveles de dificultad sobre la ubicación de un elemento en la tabla periódica, sobre las propiedades periódicas o las más difíciles sobre su papel en el organismo (Chacon y Robaina, 2014), c) un dominó que se utiliza para introducir el tema de uniones químicas al mismo tiempo que los y las estudiantes continúan familiarizándose con los símbolos y nombres de los elementos (Durazzini y otros, 2018), o d) de mesa similares al Juego de la Oca, en el que se sigue un camino con los obstáculos habituales de un juego de este tipo como perder un turno pero además con preguntas sobre la distribución electrónica de los elementos, por ejemplo (do Nascimento, Mesquita y Corrêa, 2019).

Las pocas estrategias lúdicas que tuvieron como objetivo el aprendizaje de la periodicidad química consistieron también en juegos de cartas (Godoi, de Oliveira y Codognoto, 2010, Saturnino, Luduvico y dos Santos, 2013), de mesa (Carabelli y Farré, 2017, Rezende y otros, 2019). Entre las otras propuestas encontramos una inspirada en el mundial de fútbol de Brasil 2014 (Franco-Mariscal, 2014) y otra que implicaba construcción de juegos por parte de los y las estudiantes (Anta Unanue, 2013). La diferencia entre los juegos de cartas utilizados para la enseñanza de la periodicidad y los anteriores empleados para familiarizarse con nombres y símbolos, está en que en este caso para ganar el juego los/as jugadores/as deben conocer la forma en que varían las propiedades (Godoi, de Olivera y Cadognoto, 2010), o debe entenderse lo que sucede con los electrones de valencia de los elementos de los bloques s y p en un grupo o en un período (Saturnino, Luduvico y dos Santos, 2013).

O sea, la estrategia que deben establecer para ganar el juego implica de alguna manera el conocimiento de la periodicidad química. En el caso de los juegos de mesa, específicamente las distintas versiones de juego presentadas por Carabelli y Farré (2017) sirvieron como excusa para recolectar información de los elementos de la tabla periódica tradicional o de aplicaciones de tablas periódicas que pueden bajarse a los celulares. Dicha información luego fue sistematizada mediante un cuestionario con el cual se construye conocimiento sobre la periodicidad. Mientras que, en la propuesta de Rezende y otros (2019), los y las estudiantes además de empezar a familiarizarse sobre la variación de una propiedad periódica específica como es el radio atómico mediante la resolución de un rompecabezas, al jugar después el juego de mesa en las primeras jugadas los y las estudiantes pueden “comprar” información que puede servirles para responder preguntas que aparecen en el transcurso del juego. En tanto, en el juego inspirado en el mundial de fútbol de 2014 (Franco-Mariscal, 2014) se desarrollaron varias etapas emulando las fases del mundial y en ellas se van aprendiendo contenidos de creciente dificultad: primero símbolos de elementos, luego números atómicos y después la distribución electrónica y propiedades físicas y químicas. Recién en las semifinales se trabaja con la periodicidad y en la final se ubican los elementos en la tabla periódica y se busca información sobre la presencia de los elementos en la vida diaria.

Cabe señalar que solamente dos de las estrategias lúdicas, que tuvieron como objetivo el aprendizaje de la periodicidad, fueron las únicas del total de estrategias que utilizaron explícitamente tablas periódicas diferentes a la tradicional. En el caso de Carabelli y Farré (2017) se emplearon diferentes representaciones que hacían las veces de tablero. En la propuesta de Anta Unanue (2013) los y las estudiantes además de diseñar su propio juego, también debían diseñar su propia tabla periódica y así trabajaron con tablas en dos y tres dimensiones.

Otro punto importante a destacar es el hecho de que más de la mitad de los artículos (13 de 21) en los que se relatan experiencias lúdicas, los juegos fueron empleados para enseñar. Es decir, pueden ser considerados como juegos educativos, ya que se aplican sin que se haya trabajado el contenido por medio ninguna otra metodología (Rezende y otros, 2019). Este tipo de juegos se usaron en mayor proporción para la enseñanza de la periodicidad (4 de 5 artículos) que para familiarizar a los y las estudiantes con la tabla periódica (9 de 15 artículos). El resto de los juegos presentados pueden ser clasificados como didácticos, debido a que se los utilizó como modo de aplicación y/o evaluación de los contenidos trabajados con otras estrategias.

Entre las otras formas de enseñanza se ha utilizado con igual frecuencia la **contextualización** y la **modelización y/o indagación**. Sin embar-

go, mientras que la primera se empleó principalmente para familiarizar a los y las estudiantes con la tabla periódica, las otras tenían como propósito enseñar la periodicidad química.

En los artículos cuyos autores indicaron que la estrategia empleada consistió en **contextualizar** la enseñanza de la tabla periódica lo hicieron porque consideraron que la enseñanza debe presentar los contenidos de forma más significativa para los/as alumnos/as. Para que puedan comprender que la Química como actividad científica de hombres y mujeres está presente mucho más allá de la clase, en la vida cotidiana, y para asegurar la alfabetización científica (Carrizo, Torres y Chrobak, 2010, da Silva y otros, 2015, Freitas y dos Reis, 2014, Trassi y otros, 2001).

A diferencia de las estrategias lúdicas en las que generalmente no se emplearon recursos tecnológicos en la mayoría de estas experiencias sí se los utilizó. Así Trassi y otros (2001) propusieron a los y las estudiantes buscar información sobre los elementos para su contextualización histórica, alternativamente en libros de texto y en una tabla periódica interactiva. Carrizo, Torres y Chrobak (2010), por su parte, emplearon videos educativos y audios de programas radiales que fueron disparadores para la elección por parte de los y las estudiantes de elementos sobre los cuales profundizar la búsqueda de información a través de Internet y otros medios para contextualizarlos históricamente y por su presencia en la vida cotidiana, información que luego debía ser presentada con diferentes formatos. En la estrategia presentada por da Silva y otros (2015) se trabajó con la película *Ironman II*, por abordar de forma contextualizada temáticas como modelos atómicos, características de determinados elementos químicos, creación de nuevas tecnologías, la política, la ética y los compromisos sociales relacionados con las ciencias. Adelantado-Renau y Aguilera-Arzo (2017) propusieron una estrategia en la que se emplean los *smartphones* para crear una audio-tabla. La actividad se realizaba en grupos y en un primer momento debían utilizar el celular para buscar información en Internet y en aplicaciones de tabla periódica, luego debían grabar audios con la información de cada uno de los elementos y compartirla por *WhatsApp* y después crear códigos QR para cada uno de los audios que también se compartían por *WhatsApp*, y finalmente cada grupo debía realizar el montaje de su propia audio-tabla en una computadora.

En síntesis las estrategias de contextualización, en su mayoría consistieron en la búsqueda de información sobre los elementos. En este sentido el único trabajo que no recurrió a la tecnología, tampoco constituyó una excepción. Freitas y dos Reis (2014) a partir de la información recabada en libros y revistas construyeron una gran representación tradicional de la tabla periódica en las paredes del salón. Otra característica común de todas estas estrategias es que la representación de la tabla empleada

es la tradicional.

Considerando ahora las estrategias de **modelización**, las mismas fueron elegidas porque "*modelizar permite a el/la alumno/a visualizar conceptos abstractos al crear estructuras, por medio de las cuales explorar el objeto de estudio, testear los modelos creados y construir conocimientos más flexibles y abarcativos*"¹ (Gama y Venâncio, 2015, p. 23). En tanto se optó por la **indagación** porque posibilita "*trabajar además la autonomía y las capacidades de los estudiantes para tomar decisiones por medio de la reflexión, la evaluación, la resolución de problemas y el uso de conceptos y de teorías científicas*"¹ (Ritter, da Cunha y Stanzani, 2017, p. 367). Domènech-Casal (2019), quien presentó una propuesta que integra ambas estrategias, indicó además que la indagación ha sido propuesta para que los/as alumnos/as desarrollen la competencia científica al participar en primera persona de actividades investigativas, aunque algunos científicos dudan de esta posibilidad de construir la capacidad epistémica. Sin embargo, la indagación conjuntamente con el aprendizaje basado en proyectos que lleve a la modelización podrían solucionar estas falencias. Además, tanto en este último caso, como en los casos de Guzmán Arellano y Rosales Rivera (1996) y Eichler y Del Pino (2000), explícitamente se sostuvo que la propuesta estaba basada en la historia de la clasificación periódica. Por último, una característica común de todas estas propuestas es que no emplearon la tabla periódica tradicional aunque los/as alumnos/as se pudieran ver influenciados por la misma.

En la mayoría de estas propuestas los y las estudiantes trabajaron con tarjetas o algún objeto que contuviera datos y características sobre algunos elementos y que debían ordenar. En el caso de Guzmán Arellano y Rosales Rivera (1996) se planteó el trabajo con los elementos conocidos en la época de Mendeléiev y se los ordenaba en diferentes tablas publicadas por este autor. En los trabajos de Gama y Venâncio (2015) y de Ritter, da Cunha y Stanzani (2017) después de que los y las estudiantes hubieran tenido una clase introductoria sobre el tema, trabajaban en grupos y a cada uno de ellos se les asignaba diferentes elementos los cuales debían ser organizados de alguna forma en función de algún criterio explícito. La diferencia entre estas dos experiencias estuvo en que Ritter, da Cunha y Stanzani (2017), después de la introducción del tema se realizó también una actividad que permitía a los y las estudiantes reflexionar sobre formas posibles de organización de un material cualquiera (en este caso figuras de distintos colores y tamaños pero que se repiten en las formas) para después transferir esa idea al caso de los elementos de la tabla periódica. Aparte, luego del ordenamiento se realizaron preguntas metacognitivas para relacionar las actividades y lo realizado en la historia de la construcción de la tabla periódica. La

1 La traducción es nuestra.

otra experiencia que también trabaja con tarjetas fue la de Domènech-Casal (2019), pero en este caso los nombres de los elementos fueron ficticios y los y las estudiantes debían: a) descubrir qué significaban cada una de las informaciones que aparecían en las tarjetas. b) encontrar un modo lógico de ordenar las tarjetas, y c) descubrir qué tarjetas faltaban y qué información deberían contener. Las tarjetas se entregaron paulatinamente y las sesiones de investigación y resolución de las consignas se intercalaron con sesiones explicativas y de ejercicios y los y las estudiantes debían encontrar las relaciones entre ambos tipos de sesiones. El nivel de complejidad para la resolución de las consignas fue en aumento en cada etapa, siguiendo el proceso histórico. Finalmente, los/as alumnos/ debían presentar sus propuestas y conclusiones en un congreso científico escolar (emulando al Congreso de Karlsruhe).

A diferencia de las anteriores, la propuesta de Eichler y Del Pino (2000) presentó un software que permitía relacionar y ordenar los elementos según sus propiedades. Además, se podía graficar la dependencia de alguna propiedad en función del número atómico, analizando la periodicidad de las propiedades. Así, en este caso, los autores indicaron que este recurso servía para discutir los aportes realizados por Meyer en la construcción de la idea de periodicidad química.

Tomando la **lectura** como estrategia, la misma fue empleada por la potencialidad que tiene la literatura para enseñar otros saberes a partir de ella (Kalkanis Torrealba, García Hernández y Rodríguez, 2010). Alternativamente, porque a partir de ella los individuos pueden acceder a diversidad de medios sociales y además encontrar sentido a lo que se ve, oye o siente, es decir, debido a que puede mediar entre los sentidos y la cognición (Francisco y Francisco Jr., 2013). También porque es importante que desde las distintas asignaturas se promueva la comprensión lectora a partir de los textos específicos del área cada asignatura (Perinéz, Soliveres y Maturano, 2019). En tanto, la **escritura** se consideró en relación a la lectura para reescribir el mundo (Francisco y Francisco Jr., 2013) o porque puede ser un modo de acercar los saberes cotidianos al conocimiento científico (Leão y otros, 2014).

Tanto la lectura como la escritura fueron empleadas para que los estudiantes se familiaricen con los elementos y la tabla periódica, así como para que construyan ideas relacionadas a la periodicidad. Por ejemplo, la lectura de cuentos, a veces inspirados en canciones, en los que se humanizan los elementos (Kalkanis Torrealba, García Hernández y Rodríguez, 2010) o la escritura canciones o parodias luego de la presentación del tema tabla periódica (Leão y otros, 2014) han sido del agrado de los y las estudiantes y sirvieron para que recuerden aspectos esenciales del tema. En forma diferente, la lectura de cuentos pertenecientes al libro de divulgación *El Tío Tungsteno* de Oliver Sacks, sirvió para resignificar

y escribir lo que se visualiza en videos sobre propiedades químicas de elementos alcalinos. Esto conjuntamente con la intervención del docente pudo ayudar a los/as alumnos/as a proponer explicaciones escritas en función de las propiedades periódicas de los elementos (Francisco y Francisco Jr., 2013). Del mismo modo, con textos de distintos géneros (recuento histórico e informes descriptivos) pertenecientes libros de la asignatura y actividades de prelectura, lectura y poslectura, los y las estudiantes pudieron comprender el ordenamiento de los elementos en la tabla periódica, las propiedades de los mismos y la periodicidad química y mejorar su rendimiento académico (Perinez, Soliveres y Maturano, 2019). Cabe aclarar que en todos estos trabajos o no se hace mención sobre la representación de la tabla periódica o se visualizan tablas periódicas tradicionales.

Finalmente, dentro de los trabajos analizados, existieron dos que no pudieron ser incluidos en las estrategias descritas más arriba. En ambos el objetivo de aprendizaje fue la construcción del concepto de periodicidad y se trabajó con la tabla periódica tradicional. Uno de ellos consistió en que los/as alumnos/as, que estaban familiarizados ya con los nombres y símbolos de los elementos, a partir de un cuestionario pudieran entender la periodicidad por medio de una **analogía** entre la tabla periódica tradicional y un calendario (Oliva, 2010). El otro, se presentó una secuencia en la que se utilizaron **mapas conceptuales**, y a medida que se fue trabajando con el tema los y las estudiantes fueron construyendo sus mapas primero en forma colaborativa, luego cada uno sólo/a y por último se les da un mapa para que completen en parejas algunos nexos y/o conceptos, mediante el cual se los evaluó aunque al mismo tiempo construyeron conocimientos sobre la tabla periódica y su organización (Fialho, Vianna Filho y Schmitt, 2018).

Propuestas e intervenciones

De los trabajos analizados solamente siete fueron propuestas de estrategias que no habían sido llevadas a cabo con alumnos/as. Entre ellas, cuatro corresponden a estrategias lúdicas las cuales fueron empleadas para que los y las estudiantes se familiaricen con el tema². Entre las restantes:

Diez de las propuestas (6 de ellas estrategias lúdicas para familiarizarse con el tema) fueron evaluadas a través de la observación de la experiencia o el diario del o de la docente y/o cuestionarios o entrevistas respondidos por los y las estudiantes con el objetivo de conocer el grado de satisfacción y/o motivación que produjo la estrategia (o el recurso empleado en ella). En cinco de ellas además se les preguntó a los/as alumnos/as en qué medida la propuesta había ayudado al aprendizaje.

2 Se detallan cuantas propuestas corresponden a las estrategias lúdicas ya que estas estrategias fueron las más elegidas.

Cuatro propuestas (1 lúdica para enseñar la periodicidad) fueron evaluadas de acuerdo al rendimiento de los y las estudiantes frente a una prueba, o comparando con un grupo control. En dos de ellas también se evaluó su satisfacción por medio de entrevistas u observaciones y cuestionarios en cuanto a si la estrategia era del agrado del alumnado y además sobre la percepción sobre su aprendizaje.

En siete trabajos la evaluación consistió en dar cuenta de los saberes adquiridos a partir de la aplicación de la estrategia, que en seis de ellos se trató de una estrategia lúdica (3 para familiarizarse y 3 para enseñar la periodicidad). Esto se lo investigó utilizando cuestionarios luego de la intervención o como pre y postest, cuantificando las actividades resueltas en la intervención o mediante observación directa y entrevistando a los y las docentes. También en cinco de estos trabajos se evaluó la satisfacción del alumnado con respecto a la intervención.

En nueve trabajos (4 correspondientes a estrategias lúdicas, 2 para la familiarización y 2 para ayudar a construir la idea de periodicidad) la estrategia se evaluó analizando la forma en que se construyen los conocimientos a partir de la estrategia aplicada. Esta evaluación se realizó mediante observaciones, teniendo en cuenta los diarios de los y las docentes, analizando las producciones de los y las estudiantes. Una vez más, en seis de estos trabajos se analizó la satisfacción del alumnado con respecto a la propuesta.

CONCLUSIONES E IMPLICANCIAS PARA LA INVESTIGACIÓN

Esta revisión no tuvo un fin evaluativo, sino más bien descriptivo. Así, no se abrió juicio de valor sobre los distintos tipos de propuestas presentados en este artículo. En esta línea, si bien ninguna clasificación es pura, es decir, que los criterios pueden ser discutidos, nosotros tomamos la decisión de que la clasificación de las estrategias surgiera mayormente de lo que los mismos autores de los artículos habían definido.

En general pudimos observar que en las propuestas se priorizó la participación activa del estudiantado favoreciéndose entonces la motivación. Dentro de las estrategias, las lúdicas fueron las más elegidas. Las mismas fueron mayormente empleadas para promover la familiarización con símbolos, nombres, posición en la tabla y alguna propiedad o característica de los elementos. Además, en más de la mitad de estas propuestas se utilizaron juegos educativos, para que dicha familiarización se produzca en el momento del juego y no juegos didácticos, es decir, como actividad de cierre o síntesis o evaluativa.

A pesar de esta profusión de experiencias lúdicas, las propuestas cuyo propósito fue construir la idea de periodicidad estuvieron relacionadas en proporción más con otro tipo de estrategias. Entre ellas, son de destacar

las clasificadas como indagación y/o modelización, que no sólo propiciaron otros aprendizajes que han sido descriptos como más difíciles de construir, sino porque al hacer que los y las estudiantes construyan los criterios de organización se pudieron lograr, en algunos casos, representaciones alternativas a la tabla periódica tradicional. En esta línea, solamente en dos propuestas lúdicas con las que también se intentaba construir la idea de periodicidad, se utilizó o se propició que los alumnos construyeran otros tipos de representaciones de la ley periódica.

Además, aunque el porcentaje de propuestas lúdicas fue superior a las otras estrategias, la indagación de la forma en que se construyen los aprendizajes fue escasa en este caso en proporción a la implementación de otras estrategias. Más aún, en más de la mitad de este tipo de propuestas, o la misma no fue llevada a cabo o si fue llevada a cabo su evaluación se hizo por la satisfacción de los y las estudiantes y/o por el rendimiento.

Para finalizar entonces, a partir de esta revisión se puede sostener que deberían evaluarse más propuestas diferentes a las lúdicas. Incluso, que en el caso de que sean lúdicas que lleven a la construcción de conocimientos de mayor complejidad conceptual y que utilicen diferentes representaciones a la tradicional. Por último, y quizás lo más importante, que las evaluaciones de estas estrategias se realicen para identificar los tipos de saberes que se construyen y la forma en que estos saberes son construidos al aplicar la estrategia. Seguramente, no se debe dejar de lado la satisfacción de los y las estudiantes, pero no debería ser la única forma de evaluarlo, así como tampoco centrarse en el rendimiento, ya que no es un índice que pueda dar cuenta real de los aprendizajes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anijovich, R. y Mora, S. (2010). *Estrategias de enseñanza: Otra mirada al quehacer en el aula*. (1a ed. la reimp.) Buenos Aires: Aique Grupo Editor.

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.

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. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30118-0](https://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. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30135-0](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30135-0)
- Leite, B. (2019). O ano internacional da tabela periódica e o ensino de química: Das cartas ao digital. *Química Nova*, 42(6), 702-710. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170359>
- Linares, R. e Izquierdo, M. (2007). La tabla periódica en el Journal of Chemical Education a través del siglo XX. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 21, 7-23. DOI: <https://doi.org/10.17227/ted.num21-354>
- Naciones Unidas (2017). Globalización e interdependencia: ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo. Informe de la Segunda Comisión. *Septuagésimo segundo período de sesiones*. Recuperado el 2 de julio de 2019, de: <https://undocs.org/es/A/72/422/Add.2>
- Ramos, L. W. C., Borges, L. C. S., Ghiraldi, T. A. y Stuart Jr., J. B. (2018). Levantamento bibliográfico de trabalhos apresentados no ENEQ e ENPEC com a temática tabela periódica. *ACTIO: Docência em Ciências*, 3(1), 1-18. DOI: 10.3895/actio.v3n1.6833
- Raviolo, A. (2008). Definiciones básicas de la química: una discusión didáctica. II. Elemento, sustancia elemental y compuesto. *Educación en la Química*, 14(2), 77-89.
- 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 2 de julio de 2019, de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2008000300012&lng=es&tyng=es.

ANEXO

Artículos revisados

Autores	Año	Revista	DOI o Recuperado de
Tejada, S. y Romero, M.	1994	Educación Química	http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.1994.3
Guzmán Arellano, L. M. y Rosales Rivera, G. C. R.	1996	Educación Química	http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.1996.3
Eichler, M. y Del Pino, J.	2000	Química Nova	http://quimicanova.sbg.org.br/imagebank/pdf/Vol-23No6_835_18.pdf
Trassi, R. C. M., Castellani, A. M., Gonçalves, J. E. y Toledo, E. A.	2001	Acta Scientiarum	https://doi.org/10.4025/actas-citechnol.v23i0.2757
Peña Martínez, M.	2007	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3794
Franco-Mariscal, A.	2008	Educación Química	http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2008.1.25763
Carrizo, M. A., Torres, V. y Chrobak, R.	2010	Educación en la Química	http://www.adeqra.com.ar/index.php/institucional/numeros-antiores/123-vol-16-nd-1-2010
Franco-Mariscal, A. J., Tomás-Serrano, A., Jara-Cano, V. y Ortiz-Tudela, F. J.	2010	Educación Química	http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30076-4
Godoi, T., de Oliveira, H. y Codognoto, L	2010	Química Nova na Escola	http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc32_1/05-EA-0509.pdf
Kalkanis Torrealba, A., García Hernández, J. J. y Rodríguez, D.	2010	Revista Ciencias de la Educación	http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/index.htm
Oliva, J. M.	2010	Educació Química	https://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000108/00000028.pdf
Penteado, M., de Oliveira, A. y Zacharias, F.	2010	Revista Ciências y Idéias	https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/viewFile/59/90

Silva, C. K O, Nogueira, J. P. A, Souza, H. Y. S	2012	Periódico Tchê Química	http://www.deboni.he.com.br/Periodico17.pdf
Anta Unanue, A.	2013	Educació Química	https://publicacions.iec.cat/Front/repository/pdf/00000202/00000015.pdf
Francisco, W. y Francisco Jr., W.	2013	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4261/2826
Saturnino, J. , Luduvico, I. y dos Santos, L.	2013	Química Nova na Escola	http://www.lcq.caf.ufv.br/wp-content/uploads/2017/07/Poquer-Joyce.pdf
Chacon, E. P. y Robaina, N. F.	2014	Revista Amazônica de Ensino de Ciências- Areté (Manaus)	http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/110
Franco-Mariscal, A.	2014	Educación Química	http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70568-3
Freitas, L. y dos Reis, W.	2014	Revista Iniciação y Formación Docente	http://seer.uftm.edu.br/revista-eletronica/index.php/revista-gedeles/article/view/852
Leão, M., Costa, M., Oliveira, E. y Del Pino, J.	2014	Revista Educação, Cultura e Sociedade	http://sinop.unemat.br/projetos/revista/index.php/educacao/article/view/1454/1576
da Silva, S., da Silva, V., Soares, A. y Kortmann, G.	2015	Revista Educação, Ciência e Cultura	http://dx.doi.org/10.18316/2236-6377.15.10
Gama, M. y Venâncio, C.	2015	Revista Brasileira de Ensino de Ciências Naturais	https://paginas.uepa.br/seer/index.php/rbecn/article/view/477
Pinheiro, I., Souza, A., Moreira, E., Bertini, L., Fernandes, P. y Alves, L.	2015	Holos	10.15628/holos.2015.3647
Román Polo, P.	2015	Anales de Química	http://gestion.analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/776/0
Adelantado-Renau, M. y Aguilera-Arzo, M.	2017	Quaderns Digitals. Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad	http://www.quaderns-digitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.VisualizaArticuloIU.visualizararticulo_id=11472

Carabelli, P. y Farré, A. S.	2017	Educación en la Química	http://www.adeqra.com.ar/index.php/institucional/numeros-antiores/710-vol-23-n-1-y-2-2017
Ferreira, L. E. A. C.	2017	Revista Eletrônica Mutações	http://www.periodicos.ufam.edu.br/relem/article/view/3584
Ritter, O., da Cunha, M. y Stanzani, E.	2017	ACTIO. Docência em Ciências	10.3895/actio.v2n1.6782
Romano, C., Carvalho, A., Mattano, I., Chaves, M. y Antoniassi, J.	2017	Revista Virtual de Química	10.21577/1984-6835.20170072
de Alencar, F. V. S., da Silva, A. F., da Silva, L. M. y de Carvalho, R. B. F.	2018	Periódico Tchê Química	http://www.deboni.he.com.br/Periodico29.pdf
de Sousa, L. C. M., Loja, L. F. B. y Pires, D. A. T.	2018	Revista Thema	http://dx.doi.org/10.15536/thema.15.2018.1277-1293.1044
Durazzini, S., Machado, C., Reis, A. y Jambasse, C.	2018	REDEQUIM - Revista Debates em Ensino de Química	http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1975
Fialho, N., Vianna Filho, R. y Schmitt, M. R.	2018	Química Nova na Escola	http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160119
do Nascimento, E. C. S., Mesquita, D. W. O. y Corrêa, G. M.	2019	Scientia Amazonia	http://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2019/08/v-8-n.2-C19-C27-2019.pdf
Domènech-Casal, J.	2019	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1201
Rezende, F. A. M., Carvalho, C. V. M. Gontijo, L. C. y Soares, M. H. F. B.	2019	Química Nova na Escola	http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160149
Perinez, C., Soliveres, M. A. y Maturano, C. I.	2019	Educación en la Química	http://www.adeqra.com.ar/index.php/institucional/revista/separatas/759-vol-25-1-2019-pp49-62