

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

Antonio Joaquín Franco-Mariscal,¹ José María Oliva-Martínez² y Serafín Bernal-Márquez³

ABSTRACT (A literature review on the role of educational games in the study of the chemical elements. Part I: Games for knowledge of the Periodic Table)

A great effervescence of educational proposals, recreational type mainly, about the topic of the chemical elements and their periodic classification has arisen in the literature in recent years. This article is the first in a series of two in which we make a review of the main bibliographical sources in the literature about the use of games in teaching and learning this subject. The different proposals are categorized into two groups, depending on the tackled content. In this first part we review the background around to the students familiarization with the names and symbols of chemical elements and their place in the periodic table. The review of elaborated proposals that help to understand more complex aspects related to the nature, the foundations and the applications of the periodic table have been left for the second part.

KEYWORDS: literature review, educational game, chemical elements, periodic table

Introducción

En la actualidad, la innovación en la enseñanza de las ciencias tienen un carácter prioritario en el ámbito de todos los niveles de la educación (Orlik *et al.*, 2004), involucrando a menudo estrategias ante las que el estudiante juega un papel activo. De este modo, la participación del alumno constituye uno de los ingredientes didácticos de mayor valor, situándose el reto en cómo conseguir e incentivar dicha implicación.

Particularmente, en los últimos años ha surgido en las diferentes revistas sobre educación científica una gran efervescencia de propuestas educativas en torno a los elementos químicos y a la Tabla Periódica. Según Linares (2004) se percibe el deseo permanente entre los docentes por buscar nuevas y motivadoras formas de enseñar estos temas. En bastantes de las propuestas se emplean juegos didácticos muy variados y otros recursos recreativos, encontrando crucigramas de muy diverso tipo, juegos de mesa, juegos de cartas, bingos, etc. A estas actividades basadas en juegos podemos sumar otras que,

sin recurrir propiamente a ellos, se plantean en contextos de tipo lúdico.

En este marco, este trabajo, junto a otro que tenemos en preparación, pretende caracterizar las distintas propuestas didácticas existentes en este ámbito, las cuales parecen orbitar en torno a dos grandes grupos de propuestas. De un lado, aquellas referentes a los nombres y símbolos de los elementos químicos, que pretenden facilitar la familiarización y retención por parte de los alumnos de la estructura actual de la Tabla Periódica; de otro, propuestas más elaboradas para ayudar a los alumnos a ahondar en aspectos más complejos relacionados con la naturaleza, fundamentos y aplicaciones del sistema de clasificación de elementos. En este artículo, concretamente, abordamos las propuestas didácticas planteadas a través de juegos del primer tipo, dejando para su continuación el análisis de las restantes. En este sentido, aunque desde la forma en la que entendemos la enseñanza, el profesor debería priorizar el aprendizaje racional y comprensivo de sus alumnos, consideramos que aprendizaje memorístico y aprendizaje significativo no deben considerarse incompatibles, sino complementarios.

Sobre los juegos y su papel en el aprendizaje de la ciencia

Es común en la bibliografía que el uso de juegos se plantea como una tentativa de interés a la hora de lograr que el alumno participe de una forma activa en su proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, Orlik (2002a), en un amplio estudio realiza-

¹ IES Juan Ramón Jiménez. Málaga, España.

Correo electrónico: antoniojoaquin.franco@uca.es

² Departamento de Didáctica. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Cádiz. Cádiz, España.

³ Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica. Universidad de Cádiz. Cádiz, España

Fecha de recepción: 27 enero 2012.

Fecha aceptación: 28 abril 2012

do sobre metodologías de tipo activo en la enseñanza de las ciencias en general, y de la Química, en particular, sitúa a dicho recurso como uno de los más importantes en este sentido.

Por su parte, Yager (1991) señala que “tomar parte en juegos focalizados” sitúa al alumno en un escenario que facilita su motivación y le permite trabajar destrezas de muy diverso tipo. Asimismo, los juegos didácticos, desarrollados de forma individual o en grupo, ofrecen al estudiante la oportunidad de ser protagonistas de su aprendizaje.

Conviene tener presente, no obstante, que aun cuando los juegos se plantean para proporcionar a las actividades académicas una función lúdica y recreativa, el placer o el esparcimiento han de tener sobre todo una función didáctica. En este sentido, Mondeja *et al.* (2001) precisan un conjunto de cualidades y requisitos que reúnen los juegos y los hacen útiles en el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje:

1. Por una parte, los juegos contribuyen a dinamizar la actividad de los alumnos en muchas de las formas de organización de la enseñanza, donde una vez motivados desarrollan su actividad cognoscitiva.
2. Por otra, mejoran indirectamente la eficiencia de los procesos educativos, dado que demandan una mayor actividad reflexiva por parte del profesor.
3. Asimismo, los juegos didácticos se han de emplear de forma planificada en correspondencia con las intenciones educativas y sus implicaciones en el aula.

Por último, encierran dos elementos esenciales dentro del desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje. Por un lado, constituyen un medio de enseñanza en sí mismos y conforman a la vez una estrategia de enseñanza, por cuanto implica una determinada forma de trabajar en torno a los contenidos manejados.

Según Torres (2002) los juegos didácticos favorecen y estimulan además algunas cualidades morales en los estudiantes, como el dominio de sí mismo, la honradez, la seguridad, la atención y concentración hacia la tarea, la reflexión, la búsqueda de alternativas para ganar, el respeto por las reglas del juego, la iniciativa, el sentido común y la solidaridad con los compañeros y, sobre todo, el juego limpio. Al mismo tiempo, los juegos introducen la competitividad en la búsqueda de aprendizaje, no para incentivar la adversidad ante el contrincante, sino como estímulo para aprender.

En definitiva, los argumentos esbozados desde diferentes marcos teóricos parecen apuntar a que el juego constituye un elemento relevante en el desarrollo cognitivo y afectivo de niños y adolescentes (Garaigordobil, 1990). En otras palabras, la aproximación al conocimiento a través del juego posibilita oportunidades para crear y desarrollar una serie de estructuras mentales (Piaget, 1979), que abren una vía al desarrollo del pensamiento abstracto (Vygotsky, 1982; Piaget e Inhelder, 1984), así como una estimulación en aspectos relacionados con la atención y el recuerdo, la creatividad y la imaginación del alumno (Vygotsky, 1982; Bruner, 1986).

En este sentido, y a pesar de que el uso de juegos está muy generalizado en la Educación Infantil (3-6 años) y Primaria (6-12 años), y algo menos en la etapa Secundaria (13-18 años), cabe resaltar que algunos autores han extendido también el uso de juegos a la enseñanza de la química en la educación universitaria (Sarquis *et al.*, 1995; Granath y Russell, 1999; Russell, 1999; Chimenó, 2000; Mondeja *et al.*, 2001; Anaya, 2004; Talanquer, 2005). No obstante, son escasos los trabajos que aportan datos sobre qué y cuánto aprenden los alumnos mediante los mismos.

La gran variedad de juegos existentes para la enseñanza de la química exigen un proceso de clarificación atendiendo a diferentes criterios. Orlik (2002a), por ejemplo, distingue tres grandes tipos de juegos aplicables al aula, a los que denomina juegos-ejercicios, juegos ocupacionales y juegos tipo concurso de conocimientos.

Los juegos-ejercicios se pueden definir como pequeñas tareas lúdicas de fácil resolución, normalmente de lápiz y papel, con una naturaleza similar a las de los pasatiempos y juegos de palabras. Generalmente, este tipo de juegos son adecuados para el trabajo individual o en pequeño grupo. Son ejemplos característicos de ellos las sopas de letras, o los crucigramas similares que publican en sus diferentes idiomas algunas revistas de la enseñanza de la química como *Journal of Chemical Education*, *Educación Química*, *Química Escuela* (Moscú) y otras (Rannikmäe *et al.*, 1982; Mandelin, 1990, 1991; Anaya, 2004; Hernández, 2006a,b). También es factible la tarea inversa, esto es, que el propio alumno sea el que diseña nuevos crucigramas con términos y conceptos de química o de ciencias.

Dentro de este grupo existen otras variantes de estos juegos, por ejemplo, los juegos de naipes (Granath y Russell, 1999; Franco, 2006a; García Borrás, 2009; Franco, Oliva y Bernal, 2012), los juegos de mesa (Linares, 2004; Martínez, 2009), el bingo (Tejada y Palacios, 1995; Franco, 2006b, Franco *et al.*, 2010), el *jeopardy* (Scarpetti, 1991; Deavor, 1996), el billar químico (Ruíz del Campo, 2008), las damas químicas (Bulavin, 1993) o su versión digital (Orlik *et al.*, 1993), o los contadores redox (Sikosek, 1995).

El segundo tipo importante de juegos en la enseñanza de la Química son los juegos ocupacionales, que consisten en asignar a cada alumno un rol —“una ocupación”—, que debe defender y explicar con éxito ante el resto de compañeros en el aula. Por ejemplo, se han diseñado juegos ocupacionales basados en las profesiones de la industria química en torno a la producción de ácido sulfúrico (Skatova y Roman, 1991), de amoníaco (Kleiankina *et al.*, 1992), de compuestos orgánicos (Vtorina y Klepikova, 1991), etc. Una variante es la clase-consulta (Zueva e Ivanova, 1989), donde sólo se asignan a los alumnos tres roles —profesor, auxiliar e inspector—, los cuales deben contestar a las preguntas formuladas por el resto de la clase sobre un tema concreto. Esta variante permite preparar mejor al grupo antes de un examen. Una tercera opción consiste en organizar el juego ocupacional en forma de teatro, lo cual aumenta la motivación de los estudiantes (Lerman,

1995; Naji y Lapajne, 2000; Hogue y Sarquis; 2000). Una última variante consiste en resolver los cuentos o fragmentos de naturaleza química propuestos por algunos autores, y en los cuales a cada estudiante se le asigna el papel de uno de los personajes. Así, en el cuento *Cómo ser la estrella* (Gorshkova, 1991) actúan papá como el óxido de nitrógeno (IV), mamá es el agua, el niño es el ácido nítrico y sus amigos son Hg, Ag, Au y Pt. Algunos de estos cuentos son originales (Gorshkova, 1991), mientras que otros se basan en la literatura (Williams y Myers, 1999), siendo muy conocidos en este último tipo las 15 aventuras de Sherlock Holmes de Waddell y Rybolt (1991, 2004) publicadas hasta la actualidad y continuadas recientemente por otros autores (Grove y Bretz, 2005; Shaw, 2009). En definitiva, dadas las características de los juegos ocupacionales, resultan más positivos para el aprendizaje si se desarrollan en las últimas sesiones del tema al permitir relacionar un mayor número de contenidos, interconectando de esta forma todas las partes de la unidad y posibilitando el establecimiento de las ideas más importantes de la misma.

El tercer y último tipo de juegos son los concursos de preguntas que se pueden organizar tanto en las clases de Química como en un contexto extraescolar. Generalmente, este tipo de juego es similar a algunos programas de televisión de muchos países y pueden participar dos o más equipos de alumnos. Previamente al juego, se realiza una etapa preparatoria en la que el docente formula la tarea de investigar la literatura tanto de química como de ciencia popular sobre el tema. Dependiendo del nivel —la etapa de Secundaria o la Universidad— la dificultad de las preguntas debe ser diferente. Un ejemplo de este tipo de juegos fue propuesto por Deavor (2001) y está basado en el conocido concurso “¿Quién quiere ser millonario?”.

Aparte de estos tres tipos de juegos citados no se deben olvidar los juegos por ordenador (Orlik, 2002b; Navas y Orlik, 2003) o mediante simulaciones (Gredler, 2004; Rieber, 2005; Vaquero, 2007), útiles para hacer evolucionar los conocimientos de los estudiantes (Sarquis *et al.*, 1995; Chimenó, 2000), y cuyo uso ha aumentado en los últimos años gracias al avance y al desarrollo de las nuevas tecnologías.

En definitiva, cada vez es mayor la atención despertada por la aplicación en el aula de este tipo de recursos, constituyendo hoy una herramienta a tener en cuenta en la enseñanza de la química (Sikosek, 1995). La tabla 1, por ejemplo, presenta algunas propuestas recientes que permiten trabajar con este recurso los contenidos principales de química del currículo de Educación Secundaria.

Para finalizar este apartado de fundamentos y antecedentes, y como anécdota histórica, no tanto en el ámbito de la enseñanza como en el contexto histórico de la Química, podemos indicar que Mendeleiev, frustrado por la ausencia de una rutina científica, decidió ordenar los elementos químicos según las normas de su juego favorito, el solitario, ayudándole así a fraguar su modelo de Tabla Periódica (Agafoshin y Beltrán, 1977; Lasch, 2002), como recoge este párrafo extraído del libro de García (1990):

Tabla 1. Algunas propuestas lúdicas interesantes en Química en los últimos años.

<i>Bloque de contenidos</i>	<i>Propuestas didácticas</i>
Elementos químicos y Tabla Periódica	Helser (2003); Hernández (2006a,b); Franco (2006c); Connors (2009)
Estructura atómica	Eilks (2005); Vaquero (2007)
Formulación química	Pandiela <i>et al.</i> (1997); Hanson (2002); Franco y Cano (2008a)
Enlace químico	Sosa (1997); Logerwell y Sterling (2007)
Reactividad química y equilibrio químico	Naji (1994); Russell (1999); Soares (2003)

“Por lo pronto empezó a escribir el símbolo de cada elemento en grandes tarjetas. Al lado del símbolo, colocó el valor del peso atómico del elemento y algunas de sus propiedades. Por las noches se desvelaba haciendo sus tarjetas, dándoles vuelta entre las manos, observándolas. Y una noche empezó a jugar con ellas un extraordinario juego de solitario” (García, 1990).

El resultado que obtuvo de ese juego es de sobra conocido. En este sentido, el hecho de que los propios científicos hayan recurrido a juegos como parte de su proceso de creatividad y construcción de conocimientos, justifica además epistemológicamente el papel del juego en la construcción del conocimiento, a la vez que refuerza el interés de este recurso en la enseñanza.

A continuación entramos de lleno en el cometido de este artículo, en el cual, como antes señalamos, se revisa el papel de los juegos en el aprendizaje de los nombres y símbolos de los elementos químicos, así como su localización dentro de la Tabla Periódica actual.

Propuestas que recurren a juegos y otros recursos lúdicos para aprender los nombres y símbolos de los elementos

La aparición de un elevado número de recursos educativos centrados únicamente en los nombres y los símbolos de los elementos químicos quizá pueda deberse al hecho de que muchos autores (Repetto, 1985; Granath y Russell, 1999) piensan que para poder avanzar en química es fundamental el conocimiento del Sistema Periódico de los elementos. De este modo, y de acuerdo con Repetto (1985), resulta “rentable” empezar a enseñar a los estudiantes desde el primer contacto con la química el nombre y el símbolo de los principales elementos químicos y cómo aparecen agrupados en la Tabla Periódica. Con ello se intenta facilitar el aprendizaje al mismo tiempo que el alumno se va mentalizando de la existencia de familias químicas con propiedades afines. Aunque estamos de acuerdo en que dicho aprendizaje es conveniente, no por ello limitamos nuestra visión del aprendizaje a la memo-

rización de conocimientos, sino que, por el contrario, estamos convencidos de que todo ello no cobra sentido sino dentro de un marco en el que prime el desarrollo de la competencia de modelización de los alumnos.

De acuerdo con esta idea básica muchos autores (p. ej. Eichstadt, 1993; Mattern, 1995; Granath y Russel, 1999; Vorn-dam, 1999; Helser, 2003; Dkeidek, 2003; Peña, 2007; Hara *et al.*, 2007; Franco, 2008; Franco y Cano, 2010) han propues-to numerosos recursos didácticos diseñados con tal fin, que pasamos a detallar a continuación.

Propuestas basadas en la formación de palabras y frases con los símbolos químicos

Sin duda, uno de los recursos más utilizados, probablemente por su sencillez, consiste en la formación de palabras y frases a partir de los símbolos químicos, tarea que algunos autores denominan simbras¹ (Peña, 2007). Eichstadt (1993), por ejemplo, planteó a sus estudiantes el reto de construir sus propios nombres a partir de los símbolos químicos, mientras que Palmer y Brosnick (2005) propusieron formar palabras e imprimirlas sobre camisetas con el mismo formato de las casillas que aparecen en la Tabla Periódica.

En esta línea, otras propuestas han presentado crucigramas sencillos basados en simbras en un entorno común y atractivo para el estudiante. Así, Helser (2003) planteó el aprendizaje de los elementos químicos a través de frases que contaban una historia sobre animales en un zoológico ficticio, mientras que en el crucigrama propuesto por Cady (2005) los alumnos juegan con los nombres y símbolos de los elementos para deletrear comidas familiares o ítems relacionados con los alimentos.

Dentro de este tipo de materiales destacan los elaborados por Franco *et al.* Por un lado, Franco y Cano (2007; 2008b; 2009a; 2009b; 2010) han desarrollado un amplio conjunto de crucigramas basados en la geografía de diferentes países del mundo que no sólo permiten reforzar el conocimiento de los alumnos sobre los elementos químicos, sino también utilizarlos como material bilingüe al estar diseñados en varios idiomas (castellano, inglés, portugués y otros). En otras propuestas los estudiantes pueden practicar los elementos químicos y sus símbolos, bien aprendiendo los distintos materiales de un laboratorio químico (Franco, 2008), bien jugando con los nombres de los presidentes de los Estados Unidos (Franco y Franco, 2008), o bien recordando los principales huesos del cuerpo humano (Franco y Cano, 2011).

Por otra parte, varios autores han elaborado distintos anagramas que consisten en la deducción del nombre de un elemento químico a partir de las diferentes letras que conforman el nombre de una persona (Thomas, 1992; Mattern, 1995).

Asimismo, algunos autores utilizan frases como reglas

mnemotécnicas útiles para memorizar los nombres y los símbolos de los elementos químicos (Covey, 1988; Chambers y Arab, 2006), así como para conocer también su posición horizontal y vertical exacta en la Tabla Periódica (Hara *et al.*, 2007). Estos últimos han propuesto frases en español, como las siguientes, para memorizar la posición de los elementos de los periodos 2 y 3, mostrados en negrita:

**“Lili bebía Barrilitos cada noche o frío Nescafé
Navega mágicamente alejándose sin pensar, sueña
claramente Argentina”**

Finalmente, hemos de indicar que la formación de palabras a partir de símbolos químicos también ha recibido gran atención desde el punto de vista de la lingüística, a través del estudio de las llamadas transposiciones o transadicciones de los elementos químicos (Borgmann, 1974, 1978; Francis, 1977, 2006a, 2006b). Por ejemplo, se han estudiado las distintas posibilidades de construir palabras a partir de una serie de símbolos (CoAgULaTe, ClArK, etc.), así como la transposición de las letras de símbolos adyacentes. Incluso, se ha analizado la formación de los nombres de los elementos químicos a partir de símbolos químicos (Franco, 2007).

Otras propuestas

Aparte de las distintas versiones basadas en simbras, encontramos también en la literatura otro tipo de propuestas que permiten igualmente el aprendizaje de los nombres y los símbolos de los elementos químicos a través de otros recursos tales como crucigramas, dibujos, canciones, juegos de cartas o usando el humor.

En este sentido Kelly (1998) propuso escribir los nombres de los elementos químicos en un cuadrado de 20 × 20, mientras que Tubert (1998) planteó buscarlos en un crucigrama. Por otro lado, Dkeidek (2003) y Hernández (2006a,b) plantean juegos que consisten en unir los símbolos de los elementos mostrados en un esquema hasta formar una figura siguiendo una serie de instrucciones. Otro recurso empleado ha sido la música, destacando la canción *The elements* de Lehrer (1959), que recita los nombres de los elementos químicos conocidos (hasta el elemento 102) en el momento de componerla.

Especial interés tienen también los diferentes juegos de naipes propuestos para ayudar a los estudiantes de Secundaria a reconocer y correlacionar los nombres y los símbolos de los elementos químicos más importantes. Entre ellos destacan los juegos *Elements* (Sevcik *et al.*, 2008) y *Old Prof* (Granath y Russell, 1999), que comentamos brevemente a continuación.

En el juego propuesto por Sevcik *et al.* (2008), los alumnos construyen sus propias cartas y compiten entre ellos. De este modo, los estudiantes preparan dos barajas, una con los nombres de los elementos y otra con los correspondientes símbolos químicos con el objetivo de correlacionarlos. Por su parte, el juego diseñado por Granath y Russell (1999) está basado

¹ El término *simbras* utilizado por algunos autores proviene de la combinación de la primera sílaba de **s**ímbolos y la última sílaba de palab**ras**.

en los juegos de cartas *Old Maid* y *Go Fish*. Consiste en 24 parejas de cartas que contienen los símbolos de los elementos más comunes y un comodín. El objetivo del juego es obtener las dos cartas correspondientes a cada pareja y dejarlas sobre la mesa, nombrando acertadamente el elemento al hacerlo.

Algunos recursos han usado el humor para conseguir la memorización de los nombres de los elementos químicos. Así, Vorndam (1999) presentó una propuesta a través de juegos de palabras en los que el alumno debía asociar el elemento químico más adecuado para cada personaje, por ejemplo, *Pluto-nium* al pato Donald. En esta línea del humor, es también conocida la *Tabla Periódica* que presenta un dibujo para cada elemento químico de una forma divertida, o *La Tabla Periódica de las alubias* (Saecker, 2009), en la cual los elementos se han reemplazado por alubias, que sólo conservan el símbolo del elemento pero no su nombre.

Por último, se han encontrado también algunas propuestas originales como una Tabla Periódica hecha con sellos de correos diseñados por los estudiantes (Garrigós, Ferrando y Miralles, 1987), la experiencia de un profesor que prestó su coche para que sus estudiantes pintaran la Tabla Periódica en él y la pasearan por toda la ciudad (Dreyfuss, 2000) o la construcción de la Tabla Periódica más grande del mundo realizada por profesores y alumnos de Química en Chicago (Jacoby, 2006).

Propuestas en torno a la disposición de los elementos en la tabla en períodos y familias

Entre los juegos que ponen su foco en el aprendizaje de la disposición de los elementos en la Tabla Periódica se encuentra el juego de Erwin (1925), que propone una narración de una fiesta infantil a la que han sido invitados los elementos para celebrar la fiesta de cumpleaños del hidrógeno. El juego consiste en averiguar cómo se tienen que acomodar todos los elementos de acuerdo con sus pesos en siete filas de ocho asientos cada una.

Existen asimismo propuestas por ordenador y *online* para aprender la ubicación de los elementos en la Tabla Periódica como las diferentes adaptaciones del Tetris. Así, en el juego *Periodic TableTRIS*, las fichas se han sustituido por símbolos de elementos que han de ir encuadrándose en su posición correcta del Sistema Periódico. Por su parte, en el juego *Quimitris*, las fichas están formadas por uno, dos, tres o cuatro elementos químicos de una misma familia o período, y deben colocarse de forma correcta en la Tabla.

Otros recursos (García Borrás, 2009; Franco, Oliva y Bernal, 2012; Ruíz del Campo, 2008) se centran en el estudio de las distintas familias de elementos, así como en las propiedades comunes de cada una de ellas. De este modo, García Borrás (2009) plantea la construcción de una baraja de naipes científica, y propone cinco juegos (*Póquer de símbolos*, *Formando grupos*, *Brisca de símbolos*, *Tute subastado de símbolos* y *Mus químico*) que se pueden desarrollar con ella con el objetivo de reconocer los grupos principales y períodos de la Tabla Periódica.



Figura 1. Alumnos jugando al juego de las familias (Franco, Oliva y Bernal, 2012).

En esta línea, Franco, Oliva y Bernal (2012) proponen también otro juego de cartas, *El juego de las familias*, con el mismo objetivo. En esta propuesta, los estudiantes construyen sus propias cartas representando en la misma el nombre y el símbolo del elemento, el grupo al que pertenece y un objeto de la vida diaria en el cual se encuentra, lo que contribuye a identificar elementos en el entorno próximo (figura 1).

Por su parte, Ruíz del Campo (2008) propone el acercamiento a la Tabla Periódica a través de un billar químico, que utiliza cuatro familias con su simbología y número atómico, que permiten al alumno manejar los símbolos, localizar los elementos por su número atómico, y al mismo tiempo, deducir las propiedades de dichos elementos.

Varios autores encuentran de utilidad la construcción tridimensional de la Tabla Periódica a partir de un recortable, ya que en ellos el alumno puede diferenciar las distintas familias de elementos, a la vez que puede visualizar las distintas propiedades de forma gráfica. Con este fin, Fernández y Fidalgo (1989) diseñaron el recortable *La catedral química* y el trabajo de Saecker (2009) recopiló varios recortables de este tipo.

Por último, es muy interesante la propuesta de Levine (1990) sobre la disposición de los elementos en la Tabla. De este modo, Levine propone a sus alumnos una actividad creativa que consiste en crear su propia Tabla Periódica con la forma y tamaño que deseen pero disponiendo los elementos de acuerdo con una propiedad o idea que ellos elijan, y que posteriormente deben justificar al resto de compañeros. Algunos de los diseños fueron un corazón de San Valentín, un hombre o una ciudad.

Síntesis

Para finalizar realizaremos una breve síntesis de la revisión de la literatura propuesta en torno a juegos didácticos y otros recursos lúdicos en el tema de los elementos químicos. En esta primera parte del trabajo se ha tratado de fundamentar,

en primer lugar, el papel de los juegos en el aprendizaje de la química a la vez que se ha realizado un análisis de antecedentes de trabajos publicados en este ámbito. En segundo lugar, se ha revisado el papel de los juegos en el conocimiento del Sistema Periódico de los elementos, como recurso destinado a la familiarización de los alumnos con la Tabla, a la memorización de los nombres y símbolos químicos, y a su localización dentro de la Tabla Periódica actual. En este sentido, diferentes juegos de formación de palabras, anagramas, reglas mnemotécnicas, crucigramas, dibujos, canciones, juegos de naipes o de humor, persiguen como objetivo principal familiarizar a los alumnos con los nombres y símbolos de los elementos químicos más importantes, ayudándoles a retenerlos y memorizarlos. Por otro lado, algunas propuestas de ordenador, juegos de cartas o recortables tridimensionales buscan afianzar el aprendizaje de la disposición de los elementos en la Tabla en períodos y familias.

Por último, queremos destacar que en la literatura se han descrito también una serie de recursos didácticos que persiguen propósitos más profundos, que van más allá de la memorización de los nombres y símbolos químicos, muchos de los cuales están relacionados con el estudio de la clasificación periódica de los elementos y que serán objeto de análisis en la segunda parte de este trabajo.

Referencias

- Agafoshin, N. P. y Beltrán, J., *Ley periódica y Sistema Periódico de los elementos de D. I. Mendeleiev, manual para estudiantes* (pp. 15-16). Barcelona, España: Reverté, 1977.
- Anaya Durand, A., Aprendiendo Ingeniería Química diseñando crucigramas, *Educ. quim.*, **15**(3), 312, 2004.
- Borgmann, D., Elementary, my dear Watson, *Word Ways, The Journal of the Recreational Linguistics*, **7**(1), 57-58, 1974.
- Borgmann, D., Elementary transpositions, *Word Ways, The Journal of the Recreational Linguistics*, **11**(3), 138-145, 1978.
- Bruner, J., Juego, pensamiento y lenguaje, *Perspectivas*, **16**(1), 79-85, 1986.
- Bulavin, Y., Juegos de Química, *Química y Escuela (Moscú)*, **1**, 57, en ruso, 1993.
- Cady, S., Elemental food for thought, *The Science Teacher*, **72**(6), 58-61, 2005.
- Chambers, T. y Arab, J., A mnemotecnica for representative elements group, *Journal of Chemical Education*, **83**(12), 1761, 2006.
- Chimeno, J., How to make learning chemical nomenclature fun, exciting, and palatable, *Journal of Chemical Education*, **77**(2), 144-145, 2000.
- Connors, M. B., The Periodic Table of the elephants, *Journal of Chemical Education*, **86**(10), 1149, 2009.
- Covey, W., A mnemotecnica for the symbols of the first 105 chemical elements, *Journal of Chemical Education*, **65**(12), 1089, 1988.
- Deavor, J. P., Chemical jeopardy, *Journal of Chemical Education*, **73**(5), 430, 1996.
- Deavor, J. P., Who wants to be a (chemical) millionaire?, *Journal of Chemical Education*, **78**(4), 467, 2001.
- Dkeidek, I. M., The elements drawing, *Journal of Chemical Education*, **80**(5), 501-502, 2003.
- Dreyfuss, D., A rolling Periodic Table, *Journal of Chemical Education*, **77**(4), 434, 2000.
- Eichstadt, K., A large lecture hall activity—Writing your name 'in chemistry', *Journal of Chemical Education*, **70**(1), 37, 1993.
- Eilks, I., Experiences and reflections about teaching atomic structure in a jigsaw classroom in Lower Secondary School Chemistry lessons, *Journal of Chemical Education*, **82**(2), 313, 2005.
- Erwin, E., The periodic law. A bedtime story for wide-awake children, *Journal of Chemical Education*, **2**(6), 497-498, 1925.
- Fernández, M. R. y Fidalgo, J. A., *Química general*. León, España: Everest, 1989.
- Francis, D., Elementary, my dear reader, *Word Ways, The Journal of the Recreational Linguistics*, **10**(4), 1977.
- Francis, D., Elementary transadditions, *Word Ways, The Journal of the Recreational Linguistics*, **39**(1), 2006a.
- Francis, D., Chemical symbols of elements 110 and beyond, *Word Ways, The Journal of the Recreational Linguistics*, **39**(2), 2006b.
- Franco Mariscal, A. J., La baraja de ciencias como recurso didáctico en la ESO, *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **47**, 111-116, 2006a.
- Franco Mariscal, A. J., La lotería de átomos, *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **50**, 116-122, 2006b.
- Franco Mariscal, A. J., Elemental, ¡ganemos el Mundial!, *Aula de Innovación Educativa*, **156**, 87-96, 2006c.
- Franco Mariscal, A. J., Chemical elements inside of other elements, *Word Ways, The Journal of the Recreational Linguistics*, **40**(4), 326-330, 2007.
- Franco Mariscal, A. J., Elemental Chem Lab, *Journal of Chemical Education*, **85**(10), 1370-1371, 2008.
- Franco Mariscal, A. J. y Cano Iglesias, M. J., Playing with the 50 States and the Chemical Elements, *The Geography Teacher*, **4**(2), 10-12, 2007.
- Franco Mariscal, A. J. y Cano Iglesias, M. J., El juego didáctico en el tema de la formulación química inorgánica en Educación Secundaria, *Journal of Science Education*, **9**(2), 89-93, 2008a.
- Franco Mariscal, A. J. y Cano Iglesias, M. J., México elemental, *Educ. quim.*, **19**(2), 172-173, 2008b.
- Franco Mariscal, A. J. y Cano Iglesias, M. J., Soletando o Br-As-I-I com símbolos químicos, *Química Nova na Escola*, **31**(1), 31-33, 2009a.
- Franco Mariscal, A. J. y Cano Iglesias, M. J., Elemental England, *Education in Chemistry* (Suplemento InfoChem), **119**, 8, 2009b.
- Franco Mariscal, A. J. y Cano Iglesias, M. J., Aprendizaje de la nomenclatura de elementos químicos a través de un juego educativo, *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias*

- Experimentales*. Jaén, España: Baeza, 704-711, 2010.
- Franco Mariscal, A. J. y Cano Iglesias, M. J., Elemental B-O-Ne-S, *Journal of Chemical Education*, **88**(11), 1551-1552, 2011.
- Franco Mariscal, A. J. y Franco Mariscal, R., Presidential Periodic Table, *The Science Teacher*, **75**(6), 69-73, 2008.
- Franco, A. J., Oliva, J. M. y Bernal, S., An educational card game for learning families of chemical elements, *Journal of Chemical Education*, en prensa, 2012.
- Franco, A. J., Tomás, A., Jara, V. y Ortíz, F. J., El bingo como recurso didáctico en el aula de Secundaria, *Educ. quím.*, **21**(1), 78-84, 2010.
- Garaigordobil, M., *Juego y desarrollo infantil*. Madrid, España: Seco-Olea, 1990.
- García Borrás, F. J., Una baraja científica. Una forma de enseñar la Tabla Periódica a través del juego, *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas*, **23**, Octubre, 2009.
- García, H., *El químico de las profecías. Dimitri I. Mendeléiev*, (61-70). México: Pangea Editores, 1990.
- Garrigós, Ll., Ferrando, F. y Miralles, R., A simple postage stamp Periodic Table, *Journal of Chemical Education*, **64**(8), 682-685, 1987.
- Gorshkova, V., Cuentos de haga para Química, *Química y Escuela (Moscú)*, **6**, 61-62, en ruso, 1991.
- Granath, P. L. y Russell, J. V., Using games to teach chemistry. 1. The old prof card game, *Journal of Chemical Education*, **76**(4), 485-486, 1999.
- Gredler, M. E., Games and simulations and their relationships to learning. In: D. H. Jonassen (ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 571-581). Mahwah, NJ, USA: Lawrence Erlbaum, 2ª ed., 2004.
- Grove, N. y Bretz, S. L., Sherlock Holmes and the case of the raven and the ambassador's wife: An inquiry-based murder mystery, *Journal of Chemical Education*, **82**(10), 1532, 2005.
- Hanson, R. M., The chemical name game, *Journal of Chemical Education*, **79**(11), 1380, 2002.
- Hara, J. R., Stanger, G. R., Leony, D. A., Renteria, S. S., Carrillo, A. y Michael, K., Multilingual mnemotecnics for the Periodic Table, *Journal of Chemical Education*, **84**(12), 1918, 2007.
- Helser, T. L., Elemental Zoo, *Journal of Chemical Education*, **80**(4), 409.
- Hernández, G., Jugando con símbolos, *Educ. quím.*, **17**(2), 187-188, 2006a.
- Hernández, G., Respuestas a Jugando con símbolos, *Educ. quím.*, **17**(3), 404-405, 2006b.
- Hogue, L. y Sarquis, A., *A formula for effecting student learning in Chemistry: storytelling, dramatic simulations, and model development*, 16th International Conference on Chemical Education, Ed. by M. Riedel, Budapest, IUPAC, 130, 2000.
- Jacoby, M., Giant Periodic Table unveiled in Chicago, *Chemical and Engineering News*, 2006. En línea en: <http://pubs.acs.org/cen/news/84/i40/8440periodictable.html> (Consulta: 30/11/2010).
- Kelly, M., Element grid – an introduction to the Periodic Table, 1998. En línea en: <http://www.woodrow.org/teachers/chemistry/institutes> (Consulta: 07/11/2010).
- Kleiankina, N.; Balashova, E. y Zaitsev, O., Juego ocupacional del tema 'Producción del amoníaco', *Química y Escuela (Moscú)*, 5-6, 49-51, en ruso, 1992.
- Lasch, P., La mesa de juego de Mendeleiev, *Ciencias*, **65**, 76, 2002.
- Lehrer, T., The elements, Canción recogida en los álbumes *Tom Lehrer in concert*, *More songs by Tom Lehrer* y *An evening wasted with Tom Lehrer*, 1959. En línea en: <http://www.edu-cyberpg.com/IEC/elementsong.html> (Consulta: 04/11/2010).
- Lerman, Z., Creative methods of teaching chemistry at the secondary school level in Chemistry: the key to the future, *Proceedings of the 13th International Conference on Chemical Education*, Ed. by P. Towse, IUPAC, 224-227, 1995.
- Levine, E. H., Create your own Periodic Table, *Journal of Chemical Education*, **67**(12), 1045-1046, 1990.
- Linares, R., *Elemento, átomo y sustancia simple. Una reflexión a partir de la enseñanza de la Tabla Periódica en los cursos generales de Química*, Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España: 2004.
- Logerwell, M. G. y Sterling, D. R., Fun with ionic compounds, *The Science Teacher*, **74**(9), 27-33, 2007.
- Mandelin, D., Anions – a crucigrama, *Journal of Chemical Education*, **68**(12), 1033, 1991.
- Mandelin, D., The elements: a crucigrama, *Journal of Chemical Education*, **67**(12), 1005, 1990.
- Martínez, M. R., Metodología para enseñar el Sistema Periódico, *Revista Digital Ciencia y Didáctica*, **28**, 104-113, 2009.
- Mattern, D. L., Elemental anagrams revisited, *Journal of Chemical Education*, **72**(12), 1092, 1995.
- Mondeja, D., Zumalacárregui, B., Martín, M. y Ferrer, C., Juegos didácticos: ¿útiles en la educación superior?, *Revista Electrónica de la Dirección de Formación de Profesionales del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba*, **6**(3), 65-76, 2001.
- Naji, M., *Tell me a story. Funny and instructive stories in chemical calculation*, Slovenia, 1994.
- Naji, M. y Lapajne, T., Drama in the Chemistry curriculum, *16th International Conference on Chemical Education*, Ed. by M. Riedel, Budapest, IUPAC, 131, 2000.
- Navas, A. M. y Orlik, Y., Juegos educativos de computador en la enseñanza de las ciencias, *Journal of Science Education*, **2**(4), 92-95, 2003.
- Orlik, Y., *Química: métodos activos de enseñanza y aprendizaje, Capítulo 10, Organización moderna de clases y trabajo extraclase en Química*, Editorial Iberoamérica, México, 2002a.
- Orlik, Y., *Química: métodos activos de enseñanza y aprendizaje, Capítulo 6, Computadores e Internet en la enseñanza de la Química*. México: Editorial Iberoamérica, 2002b.

- Orlik, Y., Glyakov, P. y Varova, R., Chemical checkers on the computer, *Journal of Chemical Education*, **70**(4), 297-299, 1993.
- Orlik, Y., Hernández, L. C. y Navas, A. M., *Sistematización de experiencias innovadoras y apropiadas sobre la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en el mundo y en los países CAB*, Convenio Andrés Bello (ONCYT/CAB). Bogotá, Colombia, 2004. En línea en: <http://ciencia.convenioandresbello.org/apropiacion/mod/docs/docs/15%20.pdf> (Consulta: 02/11/2010).
- Palmer, J. y Brosnick, L., Designing T-shirts: Spelling with the Periodic Table, *Journal of Chemical Education*, **82**(4), 517, 2005.
- Pandiela, P., Núñez, G. y Macías, A., Cómo favorecer el aprendizaje de la formulación química inorgánica con estrategias no-conventionales, *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, **11**, 77-84, 1997.
- Periodic TableTRIS. En línea en: http://www.knowledgebydesign.com/products/pt_demo.html (Consulta: 08/11/2010).
- Peña, M., Palabras y frases creadas con los símbolos de los elementos químicos, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **4**(3), 557-559, 2007.
- Piaget, J. e Inhelder, B., *La psicología del niño*, Morata, Madrid, España, 1984.
- Piaget, J., *La formación del símbolo en el niño*. México: Fondo de Cultura Económica, 1979.
- Quimitris. En línea en: <http://www.quimitris.com/> (Consulta: 24/10/2011).
- Rannikmäe, M.; Tildsepp, A. y Sushko, A., Elementos de los juegos didácticos en las clases de Química, *Química y Escuela (Moscú)*, **1**, 49, en ruso, 1982.
- Repetto, E., Didáctica de la formulación química en EGB, *Guiniguada*, **2**, 11-19, 1985.
- Rieber, L. P., Multimedia learning in games, simulations, and microworlds. In: R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge, USA: University Press, 2005.
- Ruiz del Campo, X., *El billar de la Química*, 2008, En línea en: <http://secundaria2.sep.gob.mx/dgose/files/encuentros/uno/IG1407.pdf>, (Consulta: 05/11/2010).
- Russell, J. V., Using games to teach chemistry. 2. CHEMoVER board game, *Journal of Chemical Education*, **76**(4), 487-488, 1999.
- Saecker, M. E., Periodic Table presentations and inspirations, *Journal of Chemical Education*, **86**(10), 1151, 2009.
- Sarquis, J., Sarquis, M. y Williams, J., *Teaching Chemistry with toys*. New York, USA: Learning Triangle Press, 1995.
- Scarpetti, D., Chemical jeopardy. An alternative group meeting, *Journal of Chemical Education*, **68**(12), 1027-1028, 1991.
- Sevcik, R. S., Hicks, O. y Schultz, L. D., Elements – A card game of chemical names and symbols, *Journal of Chemical Education*, **85**(4), 514-515, 2008.
- Shaw, K., The chemical adventures of Sherlock Holmes: Mrs. Hudson's golden brooch, *Journal of Chemical Education*, **86**(4), 443, 2009.
- Sikosek, D., Teaching and learning Chemistry through didactic games in Chemistry: the key to the future, *Proceedings of the 13th International Conference on Chemical Education* (Ed. By P. Towse), IUPAC, 227-229, 1995.
- Skatova, N. y Roman, V., Complejo didáctico de los juegos ocupacionales, *Química y Escuela (Moscú)*, **6**, 32-34, en ruso, 1991.
- Soares, M. H. F. B.; Okumura, F. y Cavalheiro, E. T. G., Proposta de um jogo didático para o ensino do conceito de equilíbrio químico, *Química Nova na Escola*, **18**, 13-17, 2003.
- Sosa Fernández, P., Un banco muy especial, *Educ. quim.*, **8**(2), 112-113, 1997.
- Talanquer, V., Recreating a Periodic Table: A tool for developing pedagogical content knowledge, *The Chemical Educator*, **10**, 95-99, 2005.
- Tejada, S. y Palacios, J., Chemical elements bingo, *Journal of Chemical Education*, **72**(12), 1115-1116, 1995.
- Thomas, N. C., Elemental anagrams, *Journal of Chemical Education*, **69**(12), 984, 1992.
- Torres, C. M., El juego: una estrategia importante, *Educere, la Revista Venezolana de Educación*, **6**(19), 289-296, 2002.
- Tubert, I., Crucigrama elemental, *Educ. quim.*, **9**(6), 379, 1998.
- Vaquero, M., Experimento de Rutherford, 2007, El applet puede consultarse en la URL: <http://www.deciencias.net/proyectos/4particulares/quimica/atomo/rutherford.htm> (Consulta: 07/11/2010).
- Vorndam, P. E., Periodic puns for the classroom, *Journal of Chemical Education*, **76**(4), 492-493, 1999.
- Vtorina, E. y Klepikova, V., Enfoques no tradicionales en las clases finales de tema, *Química y Escuela (Moscú)*, **6**, 34-36, en ruso, 1991.
- Vygotsky, L. S., El juego y su función en el desarrollo psíquico del niño, *Cuadernos de Pedagogía*, **85**, 39-49, 1982.
- Waddell, T. G. y Rybolt, T. R., The chemical adventures of Sherlock Holmes: A Christmas story, *Journal of Chemical Education*, **68**(12), 1023-1024, 1991.
- Waddell, T. G. y Rybolt, T. R., The chemical adventures of Sherlock Homes: Autopsy in blue, *Journal of Chemical Education*, **81**(4), 497, 2004.
- Williams, K. R. y Myers, G. H., The Cinderella story revisited – again, *Journal of Chemical Education*, **76**(1), 19, 1999.
- Yager, R. E., The constructivist learning model, towards real reform in science education, *The Science Teacher*, **58**(6), 52-57, 1991.
- Zueva, M. e Ivanova, B., *Mejoramiento de la actividad docente de los alumnos en clases de Química*, Prosveschenie, Moscú, en ruso, 1989.