

Diseño y evaluación del juego didáctico “Química con el mundial de Brasil 2014”

Antonio Joaquín Franco-Mariscal*

ABSTRACT (Design and evaluation of the educational game “Chemistry in 2014 Brazil World Cup”)

This paper presents the educational game entitled “Chemistry in 2014 Brazil World Cup”, designed from the Science-Technology-Society (STS) approach and scientific literacy with the aim of teaching the Periodic Table to high school students (15-16 years). Students should solve different tasks related to this topic to win the competition. The results obtained in the evaluation of the game show their educational value not only to produce motivation and interest among students, but also some progress in the learning of chemistry. This shows that the use of recreational activities could be a viable alternative in the classroom.

KEYWORDS: periodic table, educational game, secondary education, Soccer World Cup, motivation, Science-Technology-Society

Resumen

Este artículo presenta el juego didáctico titulado “Química con el Mundial de Brasil 2014”, diseñado desde un enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad y de alfabetización científica con el objetivo de acercar la Tabla Periódica a los estudiantes de secundaria (15-16 años). Para ganar la competición el estudiante debe ir resolviendo diferentes tareas eliminatorias relacionadas con este tópico. Los resultados obtenidos en la evaluación del juego ponen de manifiesto su valor didáctico para producir no sólo motivación e interés entre el alumnado, sino también avances en el aprendizaje de la química, mostrando de esta forma que el uso de actividades lúdicas puede ser una alternativa viable en el aula.

Palabras clave: tabla periódica, juego educativo, educación secundaria, mundial de fútbol, motivación, Ciencia-Tecnología-Sociedad

El uso de juegos didácticos en la enseñanza de la química

En los últimos años el uso de juegos como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias en general, y de la química en particular, ha proliferado de una manera significativa entre el profesorado, como muestra el gran número de propuestas y recursos lúdicos que podemos encontrar en la literatura sobre el tema. Su empleo se debe a la potencialidad didáctica que tienen los juegos en el proceso de enseñanza y aprendizaje debido a sus características, entre las que destacan fomentar la motivación de los estudiantes (Henricks, 1999; Cannon y Newble, 2000), promover la creatividad, la imaginación y el aprendizaje espontáneo (Lieberman, 1977; Vygotsky, 1978; Bruner, 1986), permitir que el estudiante participe de una forma activa en el proceso de aprendizaje (Orlik, 2002), producir mejoras en el proceso de enseñanza (Mondeja *et al.*, 2001), crear y desarrollar estructuras mentales para el pensamiento abstracto (Piaget e Inhelder, 1984)

o el hecho de que se pueden encajar en un marco constructivista de aprendizaje (Driver y Oldman, 1986).

Este recurso se ha extendido en mayor medida en aquellos tópicos más populares e importantes en química, como es el caso de la Tabla Periódica. Recientemente y en esta misma revista, Franco-Mariscal, Oliva-Martínez y Bernal-Márquez (2012a, b) realizaron una revisión exhaustiva de la literatura con idea de categorizar las diferentes propuestas de enseñanza con juegos didácticos en el tema de la Tabla Periódica. De este modo, encontraron dos grandes grupos en función del contenido tratado: por un lado, propuestas que recurren a juegos para el conocimiento y familiarización con la Tabla Periódica, y por otro, propuestas dirigidas a la comprensión, aplicación o uso del Sistema Periódico.

Así, el papel de los juegos en el primero de los grupos se asocia con recursos destinados a la memorización de los nombres y símbolos de los elementos químicos más importantes, y a su disposición en periodos y familias. Entre estos recursos destacan juegos de formación de palabras (Helser, 2003; Franco-Mariscal, 2008a; Franco-Mariscal y Cano-Iglesias, 2007, 2011), anagramas (Mattern, 1995), crucigramas (Tubert, 1998), juegos de naipes (Granath y Russell, 1999, Franco-Mariscal, Oliva-Martínez y Bernal-Márquez, 2012c), reglas mnemotécnicas (Hara *et al.*, 2007), dibujos (Hernández,

* IES Juan Ramón Jiménez. Málaga, España.

Correo electrónico: antoniojoaquin.franco@uca.es

Fecha de recepción: 28 de diciembre de 2013.

Fecha de aceptación: 20 de marzo de 2014.

2006a,b), canciones (Lehrer, 1959) o recortables tridimensionales (Saecker, 2009).

El segundo grupo de recursos didácticos persigue propósitos de mayor profundidad, que van más allá de la memorización de los nombres y símbolos químicos, y están relacionados con la comprensión y el estudio de la Tabla Periódica. Franco-Mariscal, Oliva-Martínez y Bernal-Márquez (2012b) clasifican los aspectos abordados por este tipo de recursos en los siguientes cinco tópicos: (a) la etimología de los elementos químicos y su identificación en la vida cotidiana (Franco-Mariscal, 2007; Linares, 2009), (b) las propiedades físicas y químicas macroscópicas de los elementos químicos (Feinstein, 1982), (c) los distintos modelos de átomo y las propiedades atómicas (Wilbraham, Stanley y Matta, 2005; Franco-Mariscal, 2006a), (d) la idea de periodicidad y los distintos intentos de clasificación de los elementos químicos a lo largo de la historia (Tejada y Palacios, 1995; Oliva-Martínez, 2010), y (e) otras propuestas de carácter más general (Kelkar, 2003; Franco-Mariscal, 2008b).

En este marco teórico, este artículo presenta el diseño, la puesta en práctica y la evaluación de un nuevo juego didáctico titulado “Química con el Mundial de Brasil 2014”, que aporta como novedad la utilización de un contexto de la vida diaria para el desarrollo de un juego didáctico. En este sentido, la contextualización de la enseñanza a través de problemas o situaciones de la vida diaria es una señal de identidad de los enfoques Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y de la alfabetización científica (Blanco, 2004; España, Blanco y Rueda, 2012), que en esta ocasión se emplea como foco para el desarrollo de un juego y la adquisición de un aprendizaje en torno a la Tabla Periódica.

Diseño del juego didáctico “Química con el Mundial de Brasil 2014”

Antecedentes de la investigación

Investigaciones precedentes han demostrado que un juego didáctico basado en una competición mundial de fútbol ofrece unas posibilidades interesantes para favorecer el aprendizaje de los estudiantes y el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia (Franco-Mariscal, 2011).

Para comprender mejor la naturaleza de este tipo de juegos describiremos brevemente el juego “Elemental, ¡ganemos el Mundial!” que gira en torno al mundial de Alemania 2006 (Franco-Mariscal, 2006b,c) y que puede considerarse el antecedente más inmediato al que aquí se presenta. Se trata de un juego de mesa basado en una competición de fútbol en la que participan todos los estudiantes de un mismo grupo-clase, cada uno de ellos con una selección de fútbol diferente asignada por sorteo. Los jugadores de cada equipo son símbolos químicos, elegidos por el estudiante a partir del nombre de su selección. Por ejemplo, si la selección es Spain los jugadores podrían ser S, P, N, In, Ni, Pa, Si, Sn, Na, Np, As, con las características químicas de cada uno de estos elementos. Dichas propiedades químicas se utilizan para ir disputando los diferentes encuentros de cada una de las

fases de un mundial de fútbol, y en cada una de ellas los alumnos deben ir resolviendo diferentes pruebas relacionadas con la química. Los partidos son eliminatorios, dando de esta forma un carácter de competición positiva al juego, que favorece la motivación y el aprendizaje.

Este juego se implementó con una muestra de 86 estudiantes españoles (Franco-Mariscal, 2011) dentro de una unidad didáctica centrada en juegos sobre la Tabla Periódica (Franco-Mariscal y Oliva-Martínez, 2013) diseñada expresamente para investigar el efecto de este tipo de recursos en el aprendizaje de los estudiantes. Los resultados de dicha investigación mostraron la eficacia que tienen este tipo de juegos en el aprendizaje (Franco-Mariscal, 2011).

Los excelentes resultados obtenidos con este juego nos han animado a diseñar otro basado en una competición mundial de fútbol, con nuevas normas y pruebas centradas en el tópico de la Tabla Periódica, e incluyendo algunas mejoras respecto a la versión inicial.

Objetivos del juego didáctico

“Química con el Mundial de Brasil 2014” es un juego para estudiantes de secundaria (15-16 años) con el objetivo didáctico de acercar la Tabla Periódica al alumnado y con el objetivo lúdico de ganar una competición mundial de fútbol resolviendo diferentes pruebas relacionadas con la química. El juego se desarrolla en seis fases (fichaje de jugadores, preliminar, octavos, cuartos, semifinales y final), cada una de ellas con diferentes objetivos específicos en torno al tópico abordado, los cuales se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Objetivos didácticos para cada una de las fases del juego.

Fase	Objetivo didáctico
Fichaje de jugadores	<ul style="list-style-type: none"> Conocer y manejar los nombres y los símbolos de los elementos químicos.
Preliminar	<ul style="list-style-type: none"> Conocer y manejar las propiedades que se utilizan para identificar a los átomos (número atómico Z, número másico A, masa atómica). Conocer las partes del átomo (núcleo y corteza) y calcular el número de partículas constituyentes (protones, electrones y neutrones).
Octavos de final	<ul style="list-style-type: none"> Indicar la distribución de electrones en capas de un átomo. Interpretar y predecir la estabilidad de los átomos utilizando la regla del octete.
Cuartos de final	<ul style="list-style-type: none"> Conocer el estado de agregación de los elementos químicos y las propiedades que caracterizan cada uno de los estados. Conocer el carácter metálico, no metálico o semimetálico de los elementos, su disposición en la Tabla Periódica y las propiedades que los caracterizan. Conocer la evolución de los valores de algunas propiedades periódicas (punto de fusión, punto de ebullición, conductividad eléctrica).
Semi-finales	<ul style="list-style-type: none"> Conocer los grupos principales de elementos en la Tabla Periódica, así como sus propiedades. Clasificar elementos en función de sus propiedades.
Final	<ul style="list-style-type: none"> Conocer la ubicación de los elementos en la Tabla Periódica. Identificar los elementos químicos en materiales de la vida diaria.

Contenidos

Los contenidos que se abordan en el juego son:

- Nombres y símbolos de los elementos químicos.
- Propiedades de los átomos: Número atómico, número másico, masa atómica.
- Modelo atómico: Partículas constituyentes y disposición.
- Modelo de capas: Distribución de electrones en capas.
- Estabilidad de los átomos: Regla del octete.
- Propiedades de los elementos: estados de agregación, carácter metálico, no metálico y semimetálico, punto de fusión y ebullición, conductividad eléctrica.
- Familias de elementos químicos en la Tabla Periódica.
- Elementos químicos en materiales de la vida diaria.

Material necesario

El juego consta de los siguientes materiales:

- Una tabla periódica.
- 11 fichas de jugadores por cada selección, elaboradas por los estudiantes.
- Una ficha con los encuentros a disputar para que los estudiantes anoten los resultados.
- Ordenadores con acceso a Internet.

Además, algunas de las fases requieren un material adicional. Así, en la fase preliminar se usan dos dados (A y B). El dado A contiene “mayor” en tres de sus caras y “menor” en las restantes. Cada una de las caras del dado B contiene uno de estos conceptos: Z (número atómico), A (número másico), p (protones), e (electrones) y n (neutrones). De la misma forma, para la fase de cuartos se requiere el dado C, que contiene en cada una de sus caras uno de estos conceptos: *metales*, *no metales*, *semimetales*, *sólido*, *líquido*, *gaseoso*. Por último, la fase final utiliza una Tabla Periódica con las casillas de los elementos vacías.

Desarrollo del juego

Normas generales

Cada estudiante participa en el mundial con una selección de fútbol diferente, cuyos nombres se han repartido previamente por sorteo. A cada selección se le asigna un grupo, tal y como se recoge en la tabla 2, que muestra los nombres de las diferentes selecciones participantes en el mundial de Brasil 2014.

El número ideal de estudiantes para este juego es 32, y en tal caso, cada alumno/a jugaría con un equipo, actuando como árbitros dos alumnos en cada grupo. No obstante, el juego puede desarrollarse con un menor número de estudiantes. En este caso, intervendrían en la competición 16 estudiantes cada uno de ellos con dos equipos, actuando el resto como árbitros. En todo caso, el profesor hará el reparto más adecuado de equipos y árbitros en función del número de estudiantes en el aula. En el caso en el que un/a alumno/a participase con dos equipos diferentes, éstos deben ser de grupos distintos.

Tabla 2. Distribución de selecciones por grupos en el mundial de fútbol Brasil 2014.

Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Brasil	España	Colombia	Uruguay
Croacia	Países Bajos	Grecia	Costa Rica
México	Chile	Costa de Marfil	Inglaterra
Camerún	Australia	Japón	Italia
Grupo E	Grupo F	Grupo G	Grupo H
Suiza	Argentina	Alemania	Bélgica
Ecuador	Bosnia-Herzegovina	Portugal	Argelia
Francia	Irán	Ghana	Rusia
Honduras	Nigeria	Estados Unidos	República de Corea

Aunque las fases son eliminatorias, el diseño del juego permite que los alumnos descalificados se vuelvan a incorporar a la competición, favoreciendo así que no queden estudiantes “desconectados” del juego. Para ello, se le da al alumnado eliminado la posibilidad de seguir participando en cada una de las fases de forma amistosa, pero obteniendo la mitad de la puntuación que le corresponde.

Por otro lado, cada uno de los alumnos, ya estén clasificados o no, pueden disputar en cada una de las fases, además del partido oficial, todos aquellos partidos amistosos que deseen, para conseguir un mayor número de puntos. La puntuación final obtenida por el alumnado se valorará como calificación de clase.

Todas las fases constan de una parte práctica y otra teórica, y en todos los casos se lanza una moneda para decidir quién empieza el encuentro. En todas ellas el estudiante debe emplear la Tabla Periódica como herramienta para superar las tareas que se le proponen. El juego se desarrolla en tres sesiones de clase de una hora de duración.

A continuación se describe cada una de las fases del juego:

Fase 1: Fichaje de jugadores

Esta primera fase tiene lugar de forma individual, y es necesaria para que cada estudiante elabore las fichas de sus jugadores y conozca las características de los elementos químicos que ha elegido.

La tarea consiste en el fichaje de jugadores para cada selección, siendo en nuestro caso los jugadores los elementos químicos. Para ello, cada estudiante debe elegir 11 futbolistas habituales de la selección que se le ha asignado y formar un símbolo químico con la primera o dos primeras letras del nombre del jugador, que será el elemento químico de referencia para ese jugador. Por ejemplo, algunos jugadores de la selección española podrían ser Casillas (Ca), Iniesta (I) o Pedro (P). El alumnado puede buscar en Internet información sobre los futbolistas de cada selección. Luego debe elaborar una ficha de dimensiones 8 × 6 cm para cada jugador, como muestran los ejemplos de la figura 1. La ficha debe incluir el nombre del jugador y sobre la camiseta el símbolo químico acompañado del número atómico correspondiente, que se utilizará como número del jugador. El reverso de la

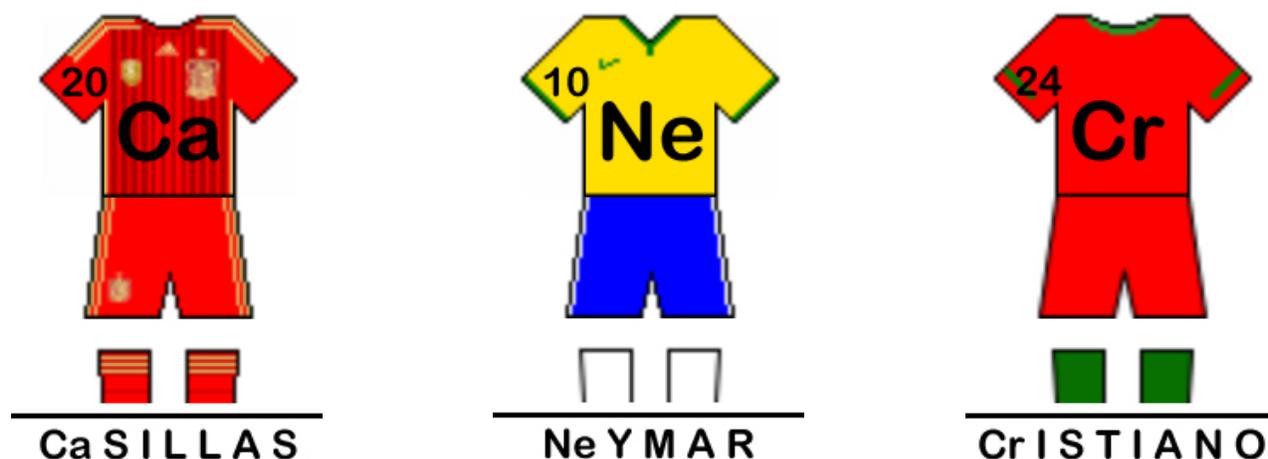


Figura 1. Fichas de varios jugadores de diferentes selecciones.

ficha incluirá información adicional del elemento como su masa atómica, el punto de fusión, el punto de ebullición o su carácter conductor o no de la electricidad.

Antes de comenzar los encuentros, los estudiantes que ejercen el rol de árbitro verificarán que la información contenida en cada ficha es la correcta y formulará una pregunta teórica al alumno. El árbitro mostrará cinco jugadores al estudiante para que le indique el nombre y símbolo químico del elemento al que hace referencia la camiseta del jugador, valorando cada acierto con 2 puntos.

Fase 2: Preliminar

El objetivo de esta fase es que el alumnado conozca las propiedades que sirven para identificar a los átomos. En esta fase cada selección compite con los otros tres equipos de su mismo grupo, para lo cual se distribuye el alumnado en ocho grupos de cuatro estudiantes cada uno de acuerdo con la tabla 2. En cada encuentro cada selección debe utilizar diferentes jugadores.

La parte práctica se desarrolla en dos rondas con los datos A y B, descritos con anterioridad. El/La alumno/a que empieza el encuentro lanza los dos dados y propone el jugador

que más le interese en función del resultado de éstos. Supongamos que los dados indican “mayor Z” y el estudiante propone Casillas ($Z = 20$, calcio). En este caso, el otro alumno debe elegir un futbolista de su selección con un número atómico superior a 20 para ganar el encuentro. Luego, se realiza la segunda ronda, en la que el otro estudiante vuelve a lanzar los dados y propone primero el futbolista. Los resultados se valoran con 3 puntos, 1 punto ó 0 puntos, según el partido se haya ganado, empatado o perdido, respectivamente. En el caso en que en alguna de las rondas los dados marcaran el mismo resultado, se repite la tirada. La Tabla 3 muestra los encuentros que se desarrollan en cada grupo de la fase preliminar.

Una vez finalizado cada uno de los encuentros se realiza la parte teórica. Para ello, el árbitro formulará dos preguntas a cada estudiante de entre las que figuran en la tabla 4, puntuando cada una con 3 puntos si la respuesta es acertada.

Las dos selecciones que hayan obtenido la máxima puntuación de cada grupo se clasifican para la siguiente fase. En caso de existir dos selecciones con igual puntuación en alguno de los grupos, se disputan nuevos encuentros para desempatar.

Tabla 3. Encuentros de la fase preliminar.

Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Brasil – Croacia	España – Países Bajos	Colombia – Grecia	Uruguay – Costa Rica
México – Camerún	Chile – Australia	Costa de Marfil – Japón	Inglaterra – Italia
Brasil – México	España – Chile	Colombia – Costa de Marfil	Uruguay – Inglaterra
Camerún – Croacia	Australia – Países Bajos	Japón – Grecia	Italia – Costa Rica
Camerún – Brasil	Australia – España	Japón – Colombia	Italia – Uruguay
Croacia – México	Países Bajos – Chile	Grecia – Costa de Marfil	Costa Rica – Inglaterra
Grupo E	Grupo F	Grupo G	Grupo H
Suiza – Ecuador	Argentina – Bosnia Herzegovina	Alemania – Portugal	Bélgica – Argelia
Francia – Honduras	Irán – Nigeria	Ghana – EEUU	Rusia – República de Corea
Suiza – Francia	Argentina – Irán	Alemania – Ghana	Bélgica – Rusia
Honduras – Ecuador	Nigeria – Bosnia Herzegovina	EEUU – Portugal	República de Corea – Argelia
Honduras – Suiza	Nigeria – Argentina	EEUU – Alemania	República de Corea – Bélgica
Ecuador – Francia	Bosnia Herzegovina – Irán	Portugal – Ghana	Argelia – Rusia

Tabla 4. Ejemplos de cuestiones teóricas para la fase preliminar.

- Define Z / A / masa atómica.
- ¿Dónde están los protones / electrones / neutrones en el átomo?
- ¿Qué partículas hay en el núcleo / corteza?
- Elige un jugador e indica su número atómico / número másico / masa atómica.
- Elige un jugador e indica el número de protones / electrones / neutrones que posee.

Fase 3. Octavos de final

En la fase de octavos de final y siguientes cada selección solo se enfrenta a un único equipo, por lo que desde este momento los estudiantes trabajan por parejas. Esta fase se centra en la distribución de los electrones en la corteza y en los criterios de estabilidad de los átomos.

Se juega a dos rondas donde la parte teórica y práctica se desarrollan simultáneamente, con la siguiente estructura. La primera selección debe proponer un elemento, decir su distribución de electrones en capas e indicar su estabilidad haciendo uso de la regla del octete. A continuación, el otro equipo propone otro elemento, e indica la misma información química. En cada ronda gana aquella selección que haya propuesto el jugador más estable. Supongamos que el partido fuera Brasil – Países Bajos. El estudiante que compite con Brasil podría proponer a Neymar ($Z = 10$, neón), en cuyo caso debería indicar que el elemento químico correspondiente es neón, que tiene 10 electrones, distribuidos en dos capas (dos electrones en la primera y ocho en la segunda). Asimismo debe indicar que este elemento es estable porque tiene ocho electrones en su última capa, la segunda. Ante esta situación, la única posibilidad para el otro equipo es mostrar, si tuviese, otro elemento que también sea estable, otro gas noble, para poder empatar el encuentro. En la segunda ronda no se pueden volver a utilizar los mismos jugadores empleados en la primera ronda. Las tareas de cada ronda se valoran con 3 puntos si el alumno indica la distribución electrónica del elemento adecuadamente, 2 puntos si indica la estabilidad de forma adecuada, 3 puntos por partido ganado y 1 punto por encuentro empatado. El equipo que obtenga mayor puntuación en las dos rondas se clasifica para la fase de cuartos.

Los encuentros de ésta y siguientes fases se resumen en la tabla 5, indicando con 1 y 2 el primer y segundo equipo clasificados en cada fase.

Fase 4. Cuartos de final

La fase de cuartos de final que tiene por objetivo conocer algunas propiedades de los elementos, se desarrolla con el dado C que contiene los tres estados de agregación y el carácter metálico, no metálico o semimetálico del elemento.

La parte práctica se juega a dos rondas. En cada una de ellas se lanza el dado para decidir la propiedad del elemento y una vez conocida, ambos estudiantes deben proponer todos los elementos de su selección que posean la característica dada. Por ejemplo, supongamos que sale “metales”, en tal caso la



Tabla 5. Encuentros de las distintas fases del mundial de Brasil 2014.

selección española podría proponer a siete jugadores: Casillas (Ca), Alonso (Al), Villa (V), Navas (Na), Monreal (Mo), Ramos (Ra) y Reina (Re).

En la parte teórica, el árbitro preguntará a cada estudiante tres propiedades de la característica con la que han jugado, no pudiéndose repetir ninguna de ellas. Asimismo, el árbitro elegirá al azar cinco jugadores de cada selección y propondrá al estudiante que los ordene de mayor a menor punto de fusión o punto de ebullición, o bien que los agrupe según su carácter conductor o no de la electricidad, debiendo dar en cualquiera de los casos una explicación razonada que justifique dicho ordenamiento. Para comprobar su grado de acierto, el árbitro dará la vuelta a cada una de las fichas donde se incluye esta información. En esta fase cada acierto se valorará con 2 puntos y cada error se penalizará con 3 puntos.

Fase 5. Semifinales

La fase de semifinales pretende que el alumnado conozca que en la Tabla Periódica existen elementos químicos con propiedades físicas y químicas similares y que se encuentran agrupados en diferentes familias o grupos.

Esta fase consta de dos tareas donde la parte teórica y práctica son simultáneas. En la primera de ellas cada estudiante debe elegir una familia e indicar todos los elementos que posea de la misma. Haciendo uso de la Tabla Periódica y de las propiedades que la ficha de cada jugador tiene en su reverso debe razonar qué tienen en común dichos elementos. Se valorará con 3 puntos cada elemento perteneciente a esa familia y con 5 puntos la explicación razonada.

La segunda tarea se juega a dos rondas. En cada ronda, un equipo propone seis elementos de familias diferentes y los coloca en fila. El otro estudiante debe colocar debajo de cada elemento, todos los jugadores de su equipo que posean propiedades parecidas a los propuestos justificando por qué lo hace (por ejemplo, citando el número de electrones que posee en la última capa). A modo de ejemplo, la tabla 6 muestra el resultado para el partido Uruguay – Brasil, en el

Tabla 6. Ejemplo de partido en la fase semifinal

Uruguay	Fucile	Gargano	Cristian Rodríguez	Castillo	Arévalo	Suárez
Brasil	Alves			Ramires	Neymar	Silva

que Uruguay propone los seis futbolistas iniciales y Brasil, otros jugadores con características similares.

Cada elemento bien ubicado se valorará con 3 puntos y cada explicación razonada con otros 3, penalizándose con 2 puntos los elementos mal colocados o las explicaciones poco adecuadas.

Fase 6. Final

La fase final consta de dos tareas que ambos estudiantes realizan de forma simultánea en un tiempo máximo de cinco minutos. La primera tarea consiste en colocar los 11 jugadores en una Tabla Periódica con las casillas vacías en el lugar correspondiente a cada elemento, pudiéndose ayudar de la Tabla Periódica. La segunda tarea consiste en indicar un objeto de la vida cotidiana que esté presente en cada uno de los elementos de que disponen. Para la búsqueda de esta información pueden hacer uso de Internet.

En la puntuación final se tendrá en cuenta el grado de acierto y el tiempo que se tardó en resolver la prueba siempre que éste sea inferior a cinco minutos. Se valorará con 5 puntos cada 10 segundos no utilizados del tiempo máximo, y con 3 puntos cada acierto tanto en la ubicación del elemento en la Tabla vacía como en la identificación del elemento en un objeto de la vida diaria, penalizándose cada error con 2 puntos.

Puesta en práctica

El juego se ha implementado con una muestra de 44 estudiantes del Instituto de Educación Secundaria Juan Ramón Jiménez (Málaga, España) de edades comprendidas entre 14 y 16 años, durante el primer trimestre del curso 2013-2014.

El juego se desarrolló como actividad de síntesis y recapitulación en una unidad didáctica sobre la Tabla Periódica estructurada de acuerdo con un modelo constructivista (Driver y Oldman, 1986).

Las tres sesiones tuvieron lugar en el aula distribuyéndose los alumnos en grupos. El profesor y varios estudiantes actuaron con el rol de árbitro y dinamizador del juego, velando en todo momento el cumplimiento y entendimiento de las normas.

Evaluación del juego didáctico

El valor didáctico del juego se ha evaluado a través de cuatro instrumentos diferentes: el diario del profesor investigador, el porcentaje de estudiantes que superaron las distintas tareas con éxito, las valoraciones de los estudiantes que ejercieron el rol de árbitro, y un cuestionario de percepciones de los estudiantes hacia el juego.

A través de las observaciones registradas en el diario del profesor, se valora el juego desarrollado de forma muy posi-

tiva por diversos motivos. Por un lado, se detectó en los estudiantes un gran entusiasmo por las tareas realizadas, manteniéndose el interés por las mismas a lo largo de todo el juego. Por otro lado, la buena disposición del grupo clase hacia el juego y también la de los estudiantes perdedores, permitió el avance de las tareas de una forma satisfactoria. Esto permitió crear un buen clima de trabajo, a pesar del gran dinamismo que caracteriza el juego, donde los grupos van cambiando constantemente. Todo ello parece sugerir que los alumnos desarrollaron no solo una motivación de tipo extrínseco relacionada con el carácter lúdico del juego, sino también otra de tipo intrínseco asociada con el aprendizaje.

Esta idea se refuerza con el elevado porcentaje de estudiantes (un 72,7%) que superaron con éxito las diferentes tareas propuestas en el juego.

También se consideran favorables las valoraciones realizadas por los estudiantes que ejercieron como árbitros, que indicaron que había sido una experiencia gratificante y que les había ayudado a entender mejor los contenidos de química que intervenían en las distintas tareas. En este sentido, otro dato a considerar fue que estos alumnos fueron capaces de resolver por sí solos las dudas planteadas por sus compañeros en torno al tema objeto de estudio, y salvo contadas ocasiones, las consultas al profesor fueron escasas.

El último de los instrumentos utilizados fue un cuestionario de percepciones de los estudiantes hacia el juego. De su análisis se concluye que el 90,9% de los estudiantes consideró que con este juego el tema de la Tabla Periódica se había trabajado en clase de una forma innovadora, el 79,5% se sintió implicado y el 72,7% de los alumnos afirmó que había aprendido mucho sobre el tema.

Todos estos resultados parecen revelar que el juego educativo presentado tiene un valor didáctico importante, al menos, en cuanto a motivación e implicación generada en el alumnado.

Para conocer la influencia del juego en el aprendizaje de la Tabla Periódica se realizó al alumnado una prueba escrita al finalizar la unidad didáctica en la que se desarrolló el juego. Estos resultados se compararon con los de otro grupo de 40 estudiantes que actuaron como grupo de control. Estos estudiantes, de características similares a los que participaron en el juego, fueron enseñados por el mismo profesor pero con una metodología tradicional y resolvieron la misma prueba escrita al acabar la unidad. El grupo de alumnos que participaron en el juego obtuvo en la prueba una calificación media de 7,2 puntos sobre 10, mientras que la calificación del grupo de control fue de 6,3 puntos. Estos datos parecen indicar que el juego planteado como actividad de síntesis también produjo avances en el aprendizaje, al menos, en el grupo de alumnos con el que se desarrolló.

Conclusiones

Este artículo ha mostrado el diseño, la implementación y la evaluación de un juego didáctico basado en la competición mundial de fútbol de Brasil 2014. Entre las ventajas que presenta este nuevo juego frente a otros juegos de mesa, destacan:

- La contextualización de la enseñanza y aprendizaje de la Tabla Periódica dentro de un enfoque CTS y de alfabetización científica, que acerca al estudiante una situación actual y de la vida diaria: el mundial de Brasil, los equipos de fútbol y sus estrellas como protagonistas.
- El juego permite trabajar con un amplio número de elementos químicos diferentes, ya que las posibilidades de elección de futbolistas por parte del alumnado son múltiples, y con ello también la variedad de elementos químicos con los que se va a trabajar en el aula.
- A diferencia de otros juegos centrados principalmente en aspectos prácticos, este juego ofrece la oportunidad de abordar los contenidos desde un punto teórico y práctico.
- El juego presenta los contenidos de una forma secuenciada, pudiéndose trabajar tanto la visión macroscópica como microscópica del concepto de elemento químico desde el marco de la Tabla Periódica. Asimismo, el diseño del juego permite trabajar simultáneamente varios contenidos en la misma fase.
- Presenta tareas menos extensas, lo que permite desarrollar el juego de forma más rápida y evitar tiempos muertos.
- Convierte al alumno en el verdadero protagonista del aprendizaje y lo involucra en el juego con dos roles diferentes, el de jugador y el de árbitro.

Finalmente, los resultados de su evaluación parecen sugerir que el juego tiene un valor didáctico importante en el fomento de la motivación e interés por la química, y también en la mejora del aprendizaje de los estudiantes.

Referencias

Blanco, A., Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **1**(2), 70-86, 2004.

Bruner, J., Juego, pensamiento y lenguaje, *Perspectivas*, **16**(1), 79-85, 1986.

Cannon, R. y Newble, D., *A handbook for teachers in universities and colleges*. London: Kogan Page, 2000.

Driver, R. y Oldham, V., A constructivist approach to curriculum development in science, *Stud. Sci. Educ.*, **13**, 105-122, 1986.

España, E., Blanco, A. y Rueda, J. A., Identificación de problemas de la vida diaria como contextos para el desarrollo de la competencia científica. En: P. Membiela, N. Casado y M.I. Cebreiros *Experiencias de investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias* (eds.) pp.169-173. Ourense: Educación Editora, 2012.

Feinstein, H. I., Elemental trivia, *Journal of Chemical Education*, **59**(9), 763, 1982.

Franco-Mariscal, A. J., La lotería de átomos, *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **50**, 116-122, 2006a.

Franco-Mariscal, A. J., Con material, ¡nos vamos al Mundial!, *Aula de Innovación Educativa*, **153-154**, 85-95, 2006b.

Franco-Mariscal, A. J., Elemental, ¡ganemos el Mundial!, *Aula de Innovación Educativa*, 156, 87-96 2006c.

Franco-Mariscal, A. J., La búsqueda de los elementos en secundaria, *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **51**, 98-105 2007.

Franco-Mariscal, A. J., Elemental Chem Lab, *Journal of Chemical Education*, **85**(10), 1370-1371, 2008a.

Franco-Mariscal, A. J., Aprendiendo química a través de autodefinidos multinivel, *Educación Química*, **19**(1), 56-65, 2008b.

Franco-Mariscal, A. J., *El juego educativo como recurso didáctico en la enseñanza de la clasificación periódica de los elementos químicos en educación secundaria*, Tesis Doctoral. Cádiz (España): Universidad de Cádiz, 2011.

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., Elemental B-O-Ne-S, *Journal of Chemical Education*, **88**(11), 1551-1552, 2011.

Franco-Mariscal, A. J. y Oliva-Martínez, J. M., Diseño de una unidad didáctica sobre los elementos químicos, *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **74**, 57-67, 2013.

Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M. y Bernal-Márquez, S., 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, 2012a.

Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M. y Bernal-Márquez, S., 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, 2012b.

Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M. y Bernal-Márquez, S., An educational card game for learning families of chemical elements, *Journal of Chemical Education*, **89**, 1044-1046, 2012c.

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.

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, 2003.

Henricks, T. S., Play as ascending meaning: Implications of a general model of play. En: Reifel, S. (ed.), *Play contexts revisited*, pp. 257-277. Stamford: Ablex Publishing Group, 1999.

Hernández, G., Jugando con símbolos, *Educación Química*, **17**(2), 187-188, 2006a.

Hernández, G., Respuestas a Jugando con símbolos, *Educación Química*, **17**(3), 404-405, 2006b.

Kelkar, V. D., Find the symbols of elements using a letter

- matrix puzzle, *Journal of Chemical Education*, **80**(4), 411-413, 2003.
- Lehrer, T., The elements. Song in the albums "Tom Lehrer in concert", "More songs by Tom Lehrer" and "An evening wasted with Tom Lehrer". <http://www.edu-cyberpg.com/IEC/elementsong.html> (1959). Acceso: 20 de diciembre de 2013.
- Lieberman, J. N., *Playfulness: Its relationship to imagination and creativity*. New York: Academic Press, 1977.
- Linares, R., Las maravillas ocultas en la Tabla Periódica, *Enseñanza de las Ciencias, Núm. Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona (España), pp. 2725-2733, 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.
- Oliva-Martínez, J. M., Comparando la Tabla Periódica con un calendario: posibles aportaciones de los estudiantes al diálogo de construcción de analogías en el aula, *Educación Química*, **6**, 13-22, 2010.
- Orlik, Y., Chapter 10, Modern organization of classes and extraclass work in Chemistry. En: Orlik, Y. (ed.), *Chemistry: Active Methods of Teaching and Learning*. México: Iberoamerica Publ., 2002.
- Piaget, J. e Inhelder, B., *The psychology of the child*. New York: Basic Books, 1984.
- Saecker, M. E., Periodic Table presentations and inspirations, *Journal of Chemical Education*, **86**(10), 1151, 2009.
- Tejada, S. y Palacios, J., Chemical elements bingo, *Journal of Chemical Education*, **72**(12), 1115-1116, 1995.
- Tubert, I., Crucigrama elemental, *Educación Química*, **9**(6), 379, 1998.
- Vygotsky, L. S., *The Role of Play in Development*. En: Cole, M. (trad.), *Mind in Society*, pp. 92-104. Cambridge: Harvard University Press, 1978.
- Wilbraham, A. C., Stanley, D. D. y Matta, M. S., *Laboratory Manual for Prentice Hall Chemistry (Student Edition)*. Experiment 5: "Atomic Structure: Rutherford's experiment", pp. 45-48. New Jersey: Pearson Education, Prentice Hall Inc, 2005.