

La baraja de la tabla periódica RSEQ-STM como herramienta educativa

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

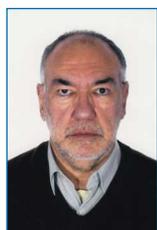
Esther Fernández-Lago, Carmen Valcárcel,
Bernardo Herradón  y Carmen Arribas 



Esther Fernández-Lago¹



Carmen Valcárcel²



Bernardo Herradón¹



Carmen Arribas³

Resumen: Con motivo del Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos (AITP) y con el objetivo de acercar la química a los más jóvenes, una de las acciones de la Sección Territorial de Madrid de la Real Sociedad Española de Química (RSEQ-STM) fue diseñar una baraja con cartas de científicos y elementos químicos. Se realizaron sesiones piloto en dos cursos de Educación Primaria y Secundaria como etapa final del proceso del diseño. En este artículo presentamos la baraja; los resultados y propuestas de mejora en esas sesiones. La baraja no ha sido comercializada para su venta, pero se repartió en eventos divulgativos y educativos relacionados con la RSEQ-STM habiendo tenido buena aceptación y amplia difusión.

Palabras clave: Tabla Periódica, baraja, herramienta educativa, gamificación, aprendizaje.

Abstract: On the occasion of the International Year of the Periodic Table of Chemical Elements (IYPT) one of the main actions undertaken by the *Sección Territorial de Madrid de la Real Sociedad Española de Química* (RSEQ-STM) was the design of a deck of cards with chemical elements and scientists. On the meantime, two trial sessions were carried out in both Primary and Secondary courses as a final stage of the project process. The aim of this article is to describe the stated deck of cards and, in addition, to show the results of the educational sessions. The pack of cards, which has not been commercialized for sale, has been distributed in educational and outreach events related to the RSEQ-STM.

Keywords: Periodic table, deck of cards, educational tool, gamification, learning.

¹ Departamento de Orientación, Colegio Madre de Dios, c/Ángel Muñoz, 5-13, 28043 Madrid

² Departamento de Física y Química, Colegio Hermanos Amorós, c/Joaquín Turina, 37, 28044 Madrid

³ Instituto de Química Orgánica General (IQOG-CSIC), c/ Juan de la Cierva 3, 28006 Madrid

⁴ Departamento de Materiales y Producción Aeroespacial, E.T.S. Ingeniería Aeronáutica y del Espacio, UPM, Pza. Cardenal Cisneros, 3, 28040 Madrid, C-e: carmen.arribas@upm.es

Recibido: 02/02/2022

Aceptado: 21/02/2022

Introducción

La ONU declaró 2019 como el Año internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos (AITP). Con esta conmemoración se quiso reconocer el valor científico y cultural que la tabla periódica (TP) tiene en nuestra sociedad, así como el impacto beneficioso que el uso adecuado de los elementos químicos y sus compuestos tienen en nuestras vidas. El AITP se estableció con motivo del sesquicentenario de la primera propuesta de TP por Dimitri Mendeleiev en 1869.¹ Dado que la TP posiblemente sea la mayor contribución de la química a la cultura, se han publicado numerosos artículos y libros sobre su desarrollo histórico.^[1-3] En 2019, miembros de las secciones territoriales y especializadas de la Real Sociedad Española de Química (RSEQ) estuvieron involucrados en nu-

merosas acciones divulgativas, comunicaciones, concursos y eventos en relación con la TP.^[4-10] En concreto, la Sección Territorial de Madrid de la RSEQ (RSEQ-STM) fue muy activa, organizando o colaborando en actividades relacionadas con la enseñanza y divulgación de la TP.^[11] Una de ellas es el diseño de una baraja de cartas con nombres de varios elementos químicos, así como de científicos y científicas significativos en la historia de la TP y de la química. Esta baraja está dirigida a fomentar la aproximación de los jóvenes estudiantes a la química mediante el juego.

La gamificación es una técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados ya que mediante la experiencia y la diversión se requiere un menor esfuerzo para alcanzar aprendizajes más significativos y funcionales.^[12] Es bien sabido que los niños y jóvenes tienen gran facilidad para memorizar nombres y datos; siempre que les interesen: se cuentan por decenas los nombres de los jugadores de los equipos de fútbol y de los personajes de *Dragon Balls* o *Fantasy Riders* que memorizan. Relacionado con este

¹ Mendeleiev no fue el primero en proponer una ordenación de los elementos químicos. Merece la pena recordar que Lothar Meyer propuso una ordenación similar de manera prácticamente simultánea a Mendeleiev.

aspecto debemos destacar que uno de los factores que hacen que la química sea considerada por el alumnado joven como una asignatura difícil es el hecho de que los químicos usamos un lenguaje particular que empieza por conocer los símbolos de los elementos y sus números de oxidación para combinarlos^[13] y aunque no es necesario que los estudiantes memoricen la TP al completo deben hacerlo con los símbolos y capacidad de combinación de los elementos más representativos. Facilitar este proceso de aprendizaje es uno de los objetivos de los juegos ideados con esta baraja.

Hay otras barajas y juegos inspirados en la Tabla Periódica que pueden resultar igualmente interesantes y formativos, como por ejemplo *Periodic Table Double Deck Playing Cards* (ISBN: 9780973950663), con 118 cartas, cada una con uno o más elementos en las que además del símbolo aparecen los nombres en inglés, español y francés y algunos otros datos de los elementos o la baraja *ChemMend* diseñada por V. Martí-Centelles y J. Rubio-Magnieto (Universitat Jaume I), con los símbolos de los elementos y que es también una buena herramienta para memorizar la posición de los elementos en la TP.^[14] Otro material lúdico-educativo con relación a la TP es el caleidociclo propuesto por P. Casinello-Espinosa (IES Diego Velázquez)^[15] o la Batalla naval Química propuesto por J.M. Montejo y A. Fernández (Universidad de Oviedo).^[16]

La baraja no ha sido comercializada. Se ha repartido de forma gratuita en eventos relacionados con la RSEQ-STM, como por ejemplo a los estudiantes ganadores de la Olimpiada Química en Madrid desde el año 2019 y en los años posteriores, a los ganadores del concurso "Elige un elemento" de la RSEQ-STM en 2019, a los participantes del curso "Los avances de la Química su impacto en la Sociedad", etc. Por su parte la editorial SM ha incluido la baraja en algunos de sus paquetes educativos y promocionales en colegios e institutos. Por ello, aunque ni los autores de la baraja ni la RSEQ-STM han percibido ningún tipo de beneficio monetario, su circulación ha sido amplia, habiéndose distribuido 2.000 ejemplares y descargado el archivo de las cartas de la baraja como PDF imprimible^[17] más de 2.600 veces.

La ciencia en la Educación Primaria

Entre los objetivos de la etapa figuran conocer los aspectos fundamentales de las ciencias de la naturaleza. Desde segundo de Educación Primaria (EP) aparece el bloque de contenidos Materia y Energía, Tecnología, Objetos y Máquinas. Son contenidos comunes a toda la etapa: la iniciación a la actividad científica y la utilización de diferentes fuentes de información.

Según la legislación,^[18] la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias propicia en el alumnado la oportunidad de conocer y poner en práctica los valores y las conductas que están en la base del trabajo científico. Se recomienda la enseñanza de los contenidos de este área de forma muy práctica, recurriendo a anécdotas y al conocimiento de la vida de los grandes científicos. En este contexto, ya que prácticamente cualquier información que apareciese en las cartas iba a ser algo nuevo para los estudiantes de cualquier

curso de EP, se contaba con la premisa de que las sesiones de juegos iban a proporcionar tópicos de trabajo para acercar a los niños a la ciencia y ofrecerles una aproximación divertida a la misma.

La Química en la Educación Secundaria Obligatoria

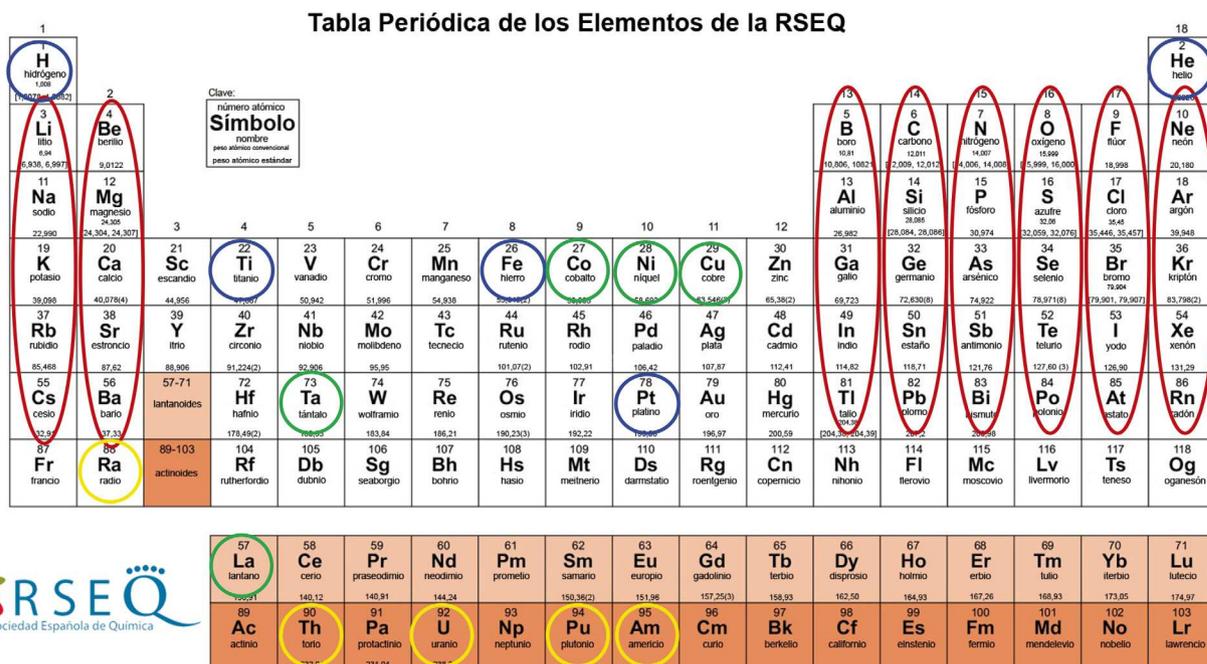
En la Comunidad de Madrid, los estudiantes de 4 de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) deben elegir, dentro de la opción de enseñanzas académicas para la iniciación al Bachillerato, como materia del bloque de asignaturas troncales dos asignaturas entre: Biología y Geología, Latín, Economía, y Física y Química, siendo todas ellas de tres horas semanales. También pueden elegir como materias de libre configuración autonómica Ampliación de Física y Química y Cultura Científica con una carga horaria de dos horas semanales. Será en 2º de Bachillerato cuando los estudiantes podrán elegir la asignatura de Química independientemente de Física, hasta entonces ambas siempre aparecen relacionadas, dedicándose en este curso cuatro horas semanales a su estudio en particular.

En Física y Química de 4º de ESO se analiza la investigación científica, prestando especial atención al método científico y se imparten los siguientes contenidos relacionados con la química: modelos atómicos; sistema periódico y configuración electrónica; enlace químico (iónico, covalente y metálico); fuerzas intermoleculares; formulación y nomenclatura de compuestos inorgánicos según las normas IUPAC; introducción a la química orgánica; reacciones y ecuaciones químicas; mecanismo, velocidad y energía de las reacciones; cantidad de sustancia (el mol y concentración molar); cálculos estequiométricos; y reacciones de especial interés.

En Cultura Científica también se reflexiona sobre el método científico, con contenidos relacionados con la química: materias primas; métodos de obtención; cerámica, vidrio y papel; los metales y sus aleaciones; la corrosión de los metales; los polímeros; la nanotecnología; y los nuevos materiales en el campo de la electricidad y la electrónica.

En Ampliación de Física y Química de nuevo tiene importancia el método científico y los contenidos más íntimamente ligados con química son: introducción al laboratorio de química (el vidrio); configuración electrónica; espectroscopia a la llama e identificación de elementos; tipos de enlace; reacciones químicas; ácidos y bases; disoluciones (cristalización y destilación); y polímeros.

La escasez de horas, el compartir contenidos con física y tener en el horizonte lejano la preparación de la EvAU, hacen que las preocupaciones de los profesores estén más centradas en la utilización de fórmulas, en el cálculo de innumerables magnitudes y un conocimiento muy teórico, alejado en muchas ocasiones de lo cotidiano, de las aplicaciones y usos de la química en la sociedad en la que vivimos. En este sentido cobran importancia las palabras de Bennett y Holman sobre el currículo escolar: «El mayor reto está por delante: el desarrollo de un currículo que promueva la alfabetización científica... que satisfaga las necesidades de todos los estudiantes; los generalistas y los especialistas. Un currículo para



Esta tabla periódica es la traducción de la versión realizada por la IUPAC con fecha 28 de noviembre de 2016. Para acceder a información actualizada sobre esta tabla se recomienda consultar www.iupac.org. Derechos reservados ©2016 IUPAC, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada.

Figura 1. Tabla Periódica en la que se indican los elementos presentes en las cartas de la baraja diseñada, agrupados según aparecen en las familias de la baraja.

la alfabetización científica representa el paso siguiente en el movimiento educativo centrado en el contexto. Para ello se requiere un enfoque completamente diferente».^[19]

Aprovechando la celebración del 150 Aniversario de la TP, las sesiones de juego con la baraja de la TP en dos de las clases de 4º ESO supusieron poner en práctica un enfoque diferente para reflexionar sobre científicos relevantes, repasar los números de oxidación, los símbolos de los elementos de la que es en palabras de Scerri «uno de los más poderosos iconos de la ciencia: un documento simple que captura toda la esencia de la química en un elegante diseño».^[1]

Descripción de la baraja

La baraja científica diseñada tiene 72 cartas: 2 cartas comodín —que son las tablas periódicas de la RSEQ (actualizada con motivo del AITP) y del Instituto de Química Orgánica General del CSIC (IQOG-CSIC) del año 2007, coincidiendo con el centenario del fallecimiento de Mendeleiev—, 15 cartas que recuerdan a científicos y científicas relevantes y 55 cartas de elementos químicos, seleccionados de los 118 conocidos hasta la fecha. En la Figura 1 se muestran los 55 elementos que se incluyen en la baraja, agrupados en familias de 5 elementos: de los ocho grupos principales (rodeados en rojo), algunos elementos importantes (en azul), elementos radiactivos (en amarillo) y algunos elementos presentes en los teléfonos móviles (en verde).

Las 15 cartas de científicos se han agrupado en 3 familias de 5 cartas: pioneros de la TP, descubridores de elementos y grandes científicas. En la Tabla 1 se recogen los nombres

Tabla 1. Familias de los científicos y científicas en la baraja junto con sus años de nacimiento y fallecimiento

Pioneros de la TP	Lothar Meyer	1830-1895
	Dimitri Mendeleiev	1834-1907
	William Ramsay	1852-1916
	Alfred Werner	1866-1919
Descubridores de elementos químicos	Henry Moseley	1887-1915
	Carl Wilhem Scheele	1742-1786
	Antoine Laurent Lavoisier	1743-1794
	Juan José Elhuyar Fausto Elhuyar	1754-1796 1755-1833
	Humphry Davy	1778-1829
Grandes científicas	Glenn Seaborg	1912-1999
	Marie Skłodowska-Curie	1867-1934
	Lise Meitner	1878-1968
	Irene Juliot-Curie	1897-1956
	Dorothy Crowfoot-Hodgkin	1910-1994
Stephanie Kwolek	1923-2014	

de los científicos y científicas que aparecen en las cartas de la baraja, así como el año de nacimiento y fallecimiento de cada uno de ellos.

Con este conjunto de cartas se elaboraron las reglas para cuatro juegos: "Juego de las familias químicas", "UNO químico", "Todas para mí", y "Chinchón químico".

Estos juegos se probaron para ver su funcionamiento con estudiantes de diferente nivel de conocimientos en química en los colegios Madre de Dios y Hermanos Amorós, ambos de Madrid. Se escogieron los cursos 4º de EP y 4º de ESO respectivamente.

Desarrollo de la actividad

Se plantearon las sesiones de prueba en dos clases diferentes de cada nivel educativo: 4º de EP (51 estudiantes divididos en dos clases) y 4º de ESO (45 estudiantes divididos en dos clases), separando en grupos de 6 o 7 estudiantes para los juegos. Se realizaron sesiones de una hora en cada una de las clases. Tras una breve introducción de la baraja, en la que se explicó que era una actividad ligada al AITP promovida por la RSEQ-STM y de la composición de la baraja, se explicaron las reglas de los juegos que se iban a probar (5-10 minutos), dejando proyectadas las reglas durante el juego. Además, en el caso del "Chinchón químico" y el "Juego de las familias" se observó la conveniencia de poner a la vista de los estudiantes una TP que tenía señaladas las cartas de los elementos presentes en la baraja, semejante a la de la **Figura 1**, para posibles consultas. Debido a que los estudiantes de EP no tienen conocimientos específicos de química, no se les pidió que jugaran al "Chinchón químico" y debido a que los estudiantes de ESO consideran el juego de las familias como de 'niños pequeños', no se les pidió que jugaran al "Juego de las familias químicas". Es decir, en el caso de los estudiantes de 4º EP los juegos ensayados fueron "UNO químico", "Todas para mí" y "Juego de las familias químicas". Los estudiantes de 4º ESO jugaron a "UNO químico", "Todas para mí" y "Chinchón químico". Tanto en el caso de 4º EP como en 4º ESO, se contó con la supervisión por parte de profesores que ayudaban a los estudiantes, en caso de duda, a aplicar las reglas de juego.

La información sobre cada uno de los elementos que figuraba en la versión piloto de las cartas usadas en las pruebas se recoge en la **Figura 2** junto con una de las cartas de la baraja a modo de ejemplo. Se incluía el número atómico, estados de oxidación más comunes, símbolo y nombre, así como el periodo y grupo al que pertenece el elemento. El fondo de cada una de las cartas era diferente según la familia a la que perteneciera el elemento (ver **Figura 1**) apareciendo los símbolos de los otros cuatro elementos del grupo que compartían el mismo color de fondo en la baraja. Se incluía una ilustración con algunos de los usos más notables del elemento o de alguno de sus compuestos, así como espacio para un código QR en el que se explicaría un poco más detalladamente la ilustración.

En la **Figura 3** se muestran algunas imágenes durante el desarrollo de las pruebas. En los grupos de 4º EP los niños se sentaron haciendo corros en el suelo. Mientras que los de 4º ESO los estudiantes jugaron en mesas colocadas juntas

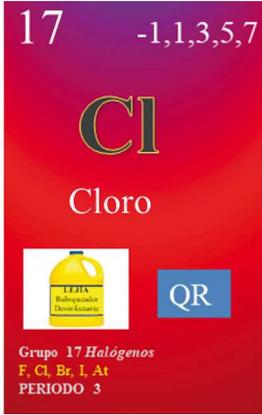
Número atómico	Estado de oxidación	Símbolo	Nombre	Aplicación
17	-1,1,3,5,7	Cl	Cloro	
				
		Grupo 17 Halógenos F, Cl, Br, I, At PERIODO 3		

Figura 2. Esquema de la información contenida en las cartas de los elementos químicos y carta del cloro según el diseño inicial.

para tener espacio de juego sobre las mismas. Las sesiones fueron muy dinámicas y a los estudiantes les costaba dejar de jugar a un juego para empezar otro.

Días después de estas sesiones de juego con la baraja científica se realizó una encuesta a los estudiantes sobre esta actividad. Las preguntas planteadas, y sus respuestas, fueron:

- 1) ¿Repetirías la experiencia de jugar? Todos los estudiantes de EP y de 4º de ESO manifestaron su deseo de volver a jugar.
- 2) ¿Te han parecido complicados los juegos? En EP: la gran mayoría afirmaba que no le habían parecido difíciles los juegos (93%) frente al 7% que decía que alguno ("Juego de las familias") sí le había parecido difícil. En ESO: la gran mayoría (92%) afirmaba que no le habían parecido difíciles los juegos, sólo algunos indicaron (8%) que el "Chinchón químico" les había parecido complicado, incluso con la TP a su disposición en la mesa de juego.
- 3) ¿Qué juego te ha gustado más? En EP: "Todas para mí" (43%), "UNO químico" (24%) y "Juego de las familias químicas" (33%). En ESO: "Chinchón químico" (49%), "Todas para mí" (28%) y "UNO químico" (23%).
- 4) ¿Has aprendido algo en el juego? (pregunta para los estudiantes de EP): el 91% de los estudiantes manifestó que había aprendido algo jugando a las cartas, siendo las respuestas muy variadas y en casi todas ellas se incluía que habían aprendido que «hay una tabla periódica», «han existido muchos científicos», «he aprendido a decir los elementos con letras», «palabras de elementos», «el nombre de los gases», «he aprendido nuevas palabras como hidrógeno», «que hay números positivos y negativos y que no tienen los mismos números atómicos», «me gustaba la carta del radón», «me ha parecido difícil aprender la Tabla Periódica, pero los juegos no», «es muy difícil aprenderse la baraja científica», «he aprendido alguno de los elementos y para qué se usan», etc.
- 5) ¿Se os ocurre alguna mejora en los juegos? (pregunta para el alumnado de ESO): estos estudiantes opinaron sobre las reglas y el diseño de las cartas; propo-



Figura 3. Desarrollo de las pruebas de la baraja científica en las aulas de 4º EP y 4º ESO.

Me gustan los elementos con letras, que hay muchos nombres raros y extraños. Que es divertida y muy diferente a otras cosas. algún elemento comió al hidrógeno. Me gustó al jugar, lo más que he aprendido figura a veces en poca de la tabla periódica, también algunos nombres de cambios. los nombres de algunas personas importantes en la ciencia y también la tabla periódica.

Figura 4. Algunos comentarios de estudiantes de 4º EP sobre la prueba de la baraja y lo que les había gustado o habían aprendido.

niendo cambios como por ejemplo en lo relativo a la simplificación de los colores de fondo de las cartas, la mejor visualización de los números de oxidación y la penalización por no avisar que sólo se tenía una carta en el "UNO químico". Hay que tener en cuenta que estos estudiantes jugaron con una versión 'beta' de la baraja, cuyo formato esperábamos mejorar cuando la editorial SM (con la que habíamos llegado a un acuerdo) la editase.

En la Figura 4 se recogen algunos de los comentarios de los estudiantes de 4º EP en sus encuestas. En las pruebas de cartas realizadas en EP se observó que el nivel de dificultad de los tres juegos seleccionados era adecuado para los estudiantes, y a la vista de cómo jugaban se reformularon algunas reglas para mejor entendimiento de las mismas y constatando que para el "Juego de las familias químicas" es muy conveniente disponer de una TP a la vista. Se comprobó que a medida que los niños jugaban, su vocabulario en términos químicos se ampliaba, en especial nombres y símbolos de los elementos, ya que cada vez que ponían una carta en la mesa tenían que nombrar el elemento o el científico de la carta.

Dinos si se te ocurre algo para mejorarlo. Jugar más tiempo y empezar a jugarlo desde más pequeñas para que cuando llegues a un curso concreto te sea más fácil aprendértelas.

Que es una muy buena idea para mejorar y enseñar química de forma más amena.

La verdad es que todos los juegos han estado muy bien eran muy dinámicos, y te apetecía volver a jugar una y otra vez.

Dinos si se te ocurre algo para mejorarlo. podríais poner el grupo y el periodo un poco más grande para que con un vistazo rápido lo pudiérais ver, ya que era un poco pequeño.

Dinos si se te ocurre algo para mejorarlo. Que las cartas sean de un color sólido no degradado porque confunde. El grupo y el periodo un poco más grande.

Dinos si se te ocurre algo para mejorarlo. Castigar al jugador si no dice el nombre del elemento, haciéndole perder un turno.

Figura 5. Algunos comentarios de estudiantes de 4º de ESO sobre la prueba de la baraja con algunas propuestas de mejora.

Obviamente, cuantas más partidas se jugaban, mejor era la familiarización con las reglas y los nombres que aprendían.

Algunos de los comentarios del alumnado de 4º de ESO se recogen en la Figura 5.

Diseño final de la baraja

Tras las pruebas citadas se realizaron algunas modificaciones hasta dar con el diseño final de la baraja, de acuerdo también con la sección de maquetación de la editorial SM que realizó sus propias aportaciones en la estética de la baraja. En la Figura 6 se muestra una carta original de la baraja y la misma carta en su diseño final. Puede observarse que, en éste, el color de fondo es único y se ha ganado claridad en

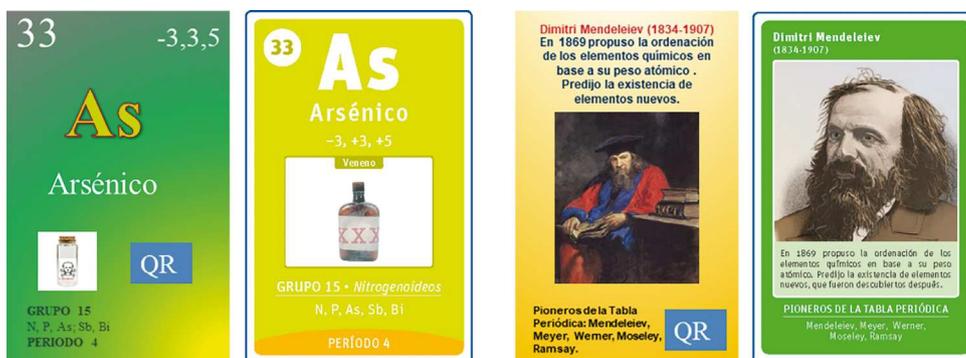


Figura 6. Comparación de una carta de elemento y de científico en el diseño inicial y final de la baraja. En la versión editada por SM, el código QR se colocó en el reverso de la carta.



Figura 7. Cartas con información de científicos y científicas relevantes y con los dos comodines. A la derecha se muestra una distribución 'periódica' de las cartas de los elementos químicos.

la visualización de la información relativa a los símbolos de los elementos que forman cada familia, y del grupo y período de cada elemento; además, los números de oxidación se cambiaron de lugar, justo bajo el nombre del elemento y sobre la fotografía que ilustra un posible uso.

En relación con las cartas de científicos relevantes, en estas sesiones de prueba no se aportaron sugerencias de modificación. La diferencia entre las cartas diseñadas inicialmente y su apariencia final que se muestra en la **Figura 6**, consistió en la selección de retratos más nítidos, con imágenes propiedad de SM o de alguno de los autores de la baraja, así como de modificación del formato en consonancia con el de las cartas de los elementos químicos.

La **Figura 7** muestra algunas imágenes de las cartas en la versión editada. En la baraja también hay cartas con las normas de los juegos propuestos. La **Figura 8** muestra la carta de la baraja en la que se explican las normas del "Chinchón químico" junto al resumen de estas normas proyectado durante las sesiones de juego en los centros de enseñanza.

Conclusiones

En estas sesiones de prueba de la baraja se pudo comprobar que algo tan sencillo como cambiar de actividad, organizar el aula de otra manera o fomentar la participación del alum-

nado, creó expectación, estimulando el interés y aprendizaje de los estudiantes. Todo ello unido a la pericia y creatividad de los profesores que, con la baraja como herramienta, podrán desarrollar nuevas actividades, y es de esperar que consigan que el desafío del aprendizaje de los nombres, símbolos y posiciones de los elementos, familias, números de oxidación, etc. sea dinámico e inolvidable, afianzándose el estudio de la TP, piedra angular en la historia de la Química, tal como afirman Franco y Oliva.^[20]

Los autores de este artículo proponemos el uso de la baraja de la TP en diferentes niveles educativos (no sólo en 4º EP y 4º ESO). Elijiendo adecuadamente los juegos se puede jugar con ella desde 2º de EP hasta Bachillerato; de hecho, al haber pasado tiempo desde la edición de la baraja, conocemos su utilización en numerosos colegios e institutos, siendo una herramienta que facilita el aprendizaje de la Química.

Agradecimientos

En primer lugar, queremos agradecer a la RSEQ-STM y a la editorial SM la promoción de actividades que acercan la Química a los más jóvenes y la edición de la baraja, respectivamente.

Agradecemos a los colegios Madre de Dios y Hermanos Amorós el apoyo dado en la organización de estas sesiones de prueba de los juegos.

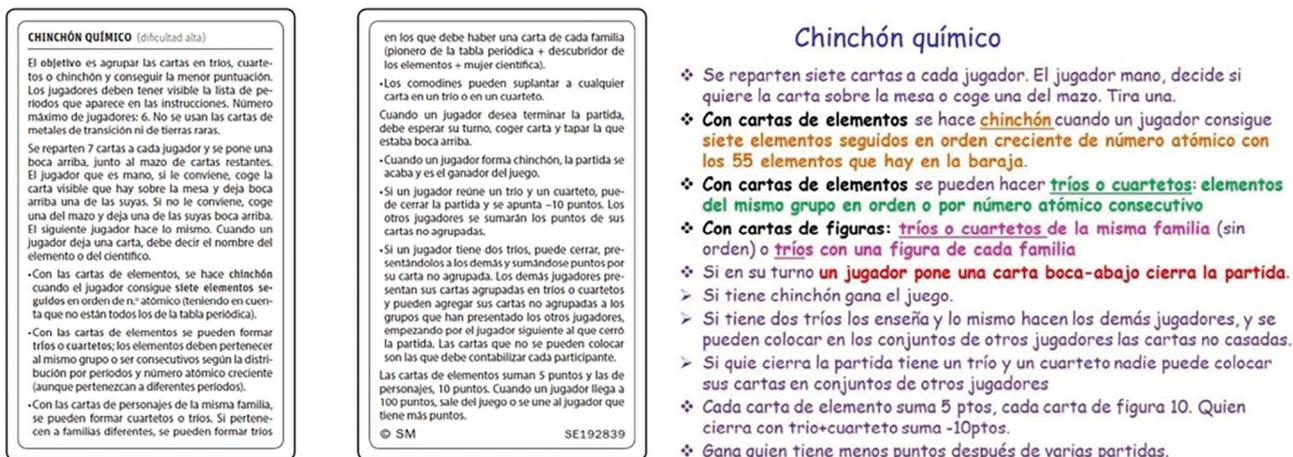


Figura 8. Instrucciones de juego del "Chinchón químico" explicadas en las cartas de la baraja y extracto de las mismas para las sesiones de juego.

También se agradece la ayuda de María José Rodríguez Bruna y Rubén Zuñil Palacios tutores de cuarto de primaria, que nos abrieron sus aulas para que sus estudiantes empezaran a conocer el mundo de la Química, así como a Elena Blanco por colaborar en las sesiones piloto del colegio Hermanos Amorós, garantizando la comprensión de las normas de juego y contribuyendo al buen ambiente durante su realización.

Y nuestro agradecimiento más especial a los estudiantes que participaron en esta actividad, ¡ojalá nunca pierdan la curiosidad, las ganas de aprender y disfruten con la química!

Bibliografía

- [1] E. R. Scerri, *The Periodic Table. Its Story and its Significance*, Oxford University Press, 2ª edición. 2019.
- [2] J. Elguero Bertolini, P. Goya Laza, P. Román Polo, *La tabla periódica de los elementos químicos*, Los libros de la catarata, 2019.
- [3] D. M. P. Mingos (ed), *The Periodic Table I. Historical Development and Essential Features*, Springer, 2019.
- [4] G. Pinto, El Concurso Escolar "Nuestra Tabla Periódica": Una Iniciativa para Fomentar la Motivación de Profesorado y Alumnado en Áreas STEAM, *An. Quím.*, **2019**, *115*, 332-343.
- [5] P. Goya, La Tabla Periódica de EuChemS. La tabla que Resalta la Escasez y Disponibilidad de los Elementos Químicos Naturales, *An. Quím.*, **2019**, *115*(2), 60-61.
- [6] G. Pinto, M. Prolongo, Algunas Aportaciones al Año Internacional de la Tabla Periódica desde España, *Educació Química, EduQ*, **2019**, *25*, 6-9.
- [7] G. Pinto, M. Martín, M. A. Calvo Pascual, A. de la Fuente, Año Internacional de la Tabla Periódica (2019): Una Oportunidad para Abordar Contextos de Didáctica e Historia de la Física y la Química, *Rev. Esp. Fís.* **2019**, *33*(1), 10-18.
- [8] G. Pinto, Jornada sobre la tabla periódica: una oportunidad para la didáctica y la divulgación de la ciencia, *An. Quím*, **2019**, *115*, 356 (2019).
- [9] A.I. Morales López, Hacia la igualdad de género en la historia del sistema periódico, *An. Quím*, **2019**, *115*(3) 227-234.
- [10] L. Tajuelo, G. Pinto, Un ejemplo de actividad de escape room sobre física y química en educación secundaria, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **2021**, *18*, 2205-1-12.
- [11] Información de algunas de las actividades se puede encontrar en la página web de la RSEQ-STM: <https://www.rseq-stm.es/>
- [12] F. Mora, *Neuroeducación: sólo se puede aprender aquello que se ama*. Alianza Editorial, 2017.
- [13] M. Gómez-Moliné, M. L. Morales, L. B. Reyes-Sánchez, Obstáculos detectados en el aprendizaje de la nomenclatura química, *Educación química* **2008**, *19*(3), 201-206.
- [14] V. Martí-Centelles, J. Rubio, "ChemMend": A Card Game To Introduce and Explore the Periodic Table while Engaging Students' Interest, *J. Chem. Educ.* **2014**, *91*(6), 868-871.
- [15] P. Casinello, Figura manipulativa para la didáctica de la Tabla Periódica y sus grupos, *An. Quím*, **2021**, *117*, 144-149.
- [16] J.M. Montejo, A Fernández, Chemical Battleship: Discovering and Learning the Periodic Table Playing a Didactic and Strategic Board Game, *J. Chem. Educ.* **2021**, *98*, 907-914.
- [17] <https://thrivu.grupo-sm.com/s/proyecto-educativo/a3D2c000001pngnEAA/baraja-de-la-tabla-periodica?language=es>
- [18] Decreto 89/2014 del 24 de Julio del Consejo de Gobierno. Conserjería de Educación e Investigación. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid Núm 40, pág 116-122.
- [19] J. Bennett, J. Holman, Context-based approaches to the teaching of chemistry: What are they and what are their effects?, en J.K. Gilbert et al. (eds.): *Chemical Education: Towards research based practice*. Kluwer. Dordrecht. 2002.
- [20] A.F. Franco-Mariscal, J.M. Oliva-Martínez, S. Bernal Márquez, 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. *Telaraña Ed. Quím.* **2012**, *23*, 338-345.