

Vídeo-Tabla Periódica: una herramienta educativa desarrollada por alumnos y profesores

Alberto Aguayo Díaz y Covadonga Gutiérrez

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA



A. Aguayo Díaz¹

C. Gutiérrez García¹

¹ Departamento de Física y Química
IES Valle del Saja, c/Tresano, s/n,
39500 Cabezón de la Sal (Cantabria)
C-e: fqsaja@gmail.com

Recibido: 03/02/2022

Aceptado: 18/04/2022

Resumen: Se presenta una tabla periódica elaborada como actividad motivante para los estudiantes de ciencias, contribuyendo, así, a la conmemoración del Año Internacional de la Tabla Periódica (AITP) en 2019. En su creación también han participado varios profesores. Consiste en una tabla en la que, enlazado a la casilla correspondiente a cada elemento químico, se encuentra un vídeo en el que un estudiante o profesor relata las características más relevantes de dicho elemento. Se enumeran los detalles de la información que se expone, el aspecto visual que presenta la tabla con los rostros de los 120 participantes y la plataforma de Internet en la que se encuentra alojada.

Palabras clave: Tabla Periódica, Año Internacional de la Tabla Periódica 2019, vídeos, elementos químicos, códigos QR.

Abstracts: As a contribution to the commemoration of the International Year of the Periodic Table (IYPT) 2019, a periodic table designed as a motivating activity for science students is presented. Moreover, several teachers have participated in its creation. It consists of a table in which, linked to the box corresponding to each chemical element, there is a video of a student or a teacher telling the most relevant characteristics of that element. The details of the information exposed, the visual aspect of the table with the faces of the 120 participants and the Internet platform where it is hosted are described.

Keywords: Periodic Table, International Year of the Periodic Table 2019, videos, chemical elements, QR codes.

Introducción

La Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó el año 2019 como el Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos (AITP), como conmemoración del 150 aniversario de la primera publicación al respecto por el científico ruso Dmitri Mendeléyev.

Los profesores del Departamento de Física y Química del IES Valle del Saja, de Cabezón de la Sal (Cantabria), participamos en la celebración del Año Internacional con algunas actividades. Entre todas ellas cabe destacar, tanto por su extensión como por la circunstancia relevante de cubrir objetivos más ambiciosos, la creación de una tabla periódica (TP) audiovisual. Siendo conscientes de la cantidad de tablas periódicas de excelente calidad, además de con

variada y extensa información, que en la actualidad se encuentran disponibles tanto en la bibliografía como en Internet, desde un principio nos pareció que un proyecto novedoso y estimulante para nuestro alumnado podría consistir en la creación de una TP diferente a la mayoría de las que hoy se encuentran a disposición del público en general. Además, y considerando el consumo y el gusto por los medios y recursos audiovisuales, principalmente entre nuestros jóvenes, pensamos que el modo de llegar mejor a ellos, tanto como protagonistas como público receptor del trabajo resultante, podría consistir en la utilización de lo audiovisual como herramienta primordial en la confección de nuestra TP. Estos han sido los incentivos más relevantes que

han dado modelado al proyecto y trabajo que aquí contamos y que hemos denominado *Vídeo-Tabla Periódica*.

Objetivos

No existe proyecto didáctico ni pedagógico que se precie como tal sin un adecuado y oportuno planteamiento del conjunto de objetivos que, con su desarrollo y ejecución, se pretendan alcanzar.

En nuestro caso podría resumirse la lista de objetivos señalando aquél que incluye a todos los que, en lo que sigue, se irán enumerando. Se trata, sin lugar a dudas, de lograr estimular a nuestros alumnos en algo tan fundamental para nosotros, profesores de Física y Química, como es incentivar su gusto e interés por las disciplinas y cuestiones científicas y, más concretamente, por lo relacionado con esas materias. Para conseguir esto decidimos, en el curso 2019-2020, participar en la celebración del AITP proponiendo varias actividades a nuestros alumnos. El principal exponente de estas actividades lo constituyó la creación de la TP ya mencionada; actividad que se alargó en el tiempo y no pudimos concluir hasta el curso 2020-2021, entre otras causas por las relacionadas con la pandemia asociada a la COVID-19, principalmente. A lo largo del desarrollo del proyecto nos propusimos conseguir que los estudiantes se sintieran protagonistas absolutos de su obra y, para ello, que asumieran un

compromiso firme y responsable frente a la parte del trabajo que les correspondiera realizar. Por otra parte, la participación del estudiante conduciría a la adquisición de competencias tanto en el conocimiento de la TP como en lo relativo a los detalles de algunos de los elementos químicos; también contribuiría a mejorar sus dotes expositivas, aunque esto se realizara a través de una cámara. Y, por último, la voluntad de todos, profesores y estudiantes, consistió en contribuir a la conmemoración de la TP de Mendeléyev con nuestra visión propia y personal aportación a través de una vídeo-tabla.

Antecedentes

Ya en el año 2011, durante el Año Internacional de la Química (AIQ), participamos con una TP, además de otras diversas actividades. La TP y un buen número de estas actividades quedaron expuestas y recogidas en un artículo publicado en *Anales* en 2012.^[1] En aquella ocasión a la tabla que elaboramos, y cuya imagen se muestra en la Figura 1, la denominamos *Tabla Periódica Gigante*, por ser de gran formato (6 m x 3 m).

En la TP de 2011 se priorizó la difusión de los elementos químicos en el aspecto visual, de tal modo que, junto con los detalles concernientes a la información más relevante (etimología del nombre, descubrimiento, usos...), se mostraban las imágenes del elemento en estado puro y de algunas de sus aplicaciones, como en el ejemplo que se aprecia en la Figura 2.

El detalle de todos los elementos está disponible en la página web del Departamento de Física y Química del IES Valle del Saja.^[2] También algunas imágenes de la TP completa, así como la información acerca de la participación en el concurso nacional de 2019 *Nuestra Tabla Periódica*,^[3] en el que resultó ganadora del segundo premio.^[4]

Decidimos ampliar la información correspondiente a cada elemento a partir de la expuesta en esta tabla, aunque manteniendo el carácter de hacerla asequible a cualquier público re-



Figura 1. Tabla Periódica Gigante del IES Valle del Saja.

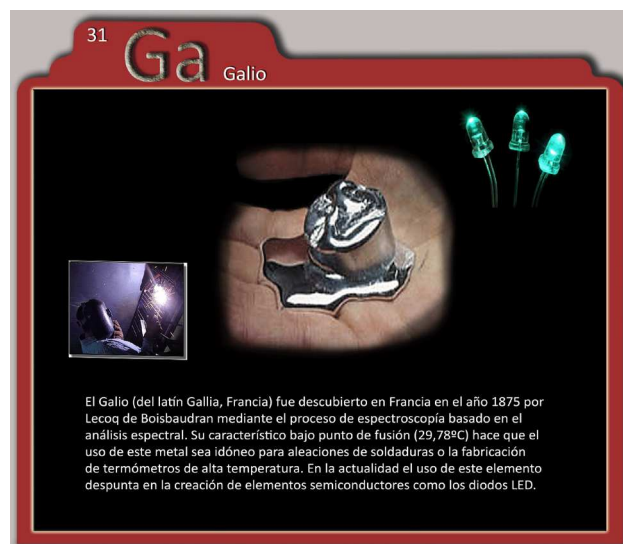


Figura 2. Elemento de la Tabla Periódica Gigante del IES Valle del Saja.

lacionado con la ciencia, sin el requisito de estar especialmente versado en su vertiente físico-química. Además, procedimos a grabar en vídeos la información concerniente a cada elemento.

Planteamiento y desarrollo metodológico

Se dio inicio a este trabajo planteando las características generales, además de las líneas básicas de lo que se pretendía conseguir, a los estudiantes de Bachillerato de la modalidad de Ciencias y Tecnología. Se les explicó que la participación sería voluntaria pero, también, que debían comprometerse con la finalización de la parte del trabajo que se les propusiera e iniciaran. Este extremo era importante ya que su contribución al proyecto implicaría tiempo de dedicación extra, es decir, ajeno al horario lectivo. En cualquier caso, la respuesta resultó muy satisfactoria: un elevado porcentaje de los alumnos de la etapa indicada aceptaron la propuesta con gran ilusión. También se planteó la propuesta a los estudiantes de la ESO, aunque, en este caso, la selección fue realizada por los profesores puesto que las tareas a realizar implicaban algunas dificultades, de cierto nivel de exigencia, para la mayoría de los estudiantes de dicho nivel educativo.

Posteriormente, y una vez analizado y decidido el modo en el que desarrollaríamos los diferentes aspectos del proyecto, propusimos a otras personas la participación en el mismo; esto queda detallado en un epígrafe posterior de este artículo. Además, añadimos un nuevo periodo a la TP, el número 8, en el que incluimos los elementos químicos números 119 y 120. Estos elementos aún no han sido descubiertos o sintetizados, sin embargo, desde hace unos años, hay científicos realizando experimentos con el objetivo de encontrarlos. En ese aspecto emulamos con nuestra tabla la *Tabla Periódica de los Elementos* creada por Pascual Román Polo en 2010, y editada ese mismo año por la *Editorial Tebar, S.L.* Una imagen de esta última puede verse en la Figura 3.

En el 2011 fueron los propios estudiantes los que se encargaron de investigar, seleccionar y redactar los diferentes aspectos de la información correspondiente a cada uno de los elementos químicos que debían aparecer en la TP Gigante, así como las imágenes que lo ilustraban; esa información era posteriormente analizada y contrastada por los profesores y, en los casos necesarios, corregida y modificada.

En el 2019, sin embargo, se decidió la elaboración por parte de los profesores de la información de cada elemento químico debido al carácter más extenso, completo y preciso con el que nos propusimos presentarla en la nueva TP. Por otra parte se procuró el máximo rigor, directriz que también caracterizó el contenido que muestra la TP Gigante.

Concedores de la cantidad de tablas repletas de datos físico-químicos, se priorizó otro tipo de información no por ello menos rigurosa. Finalmente, la información concerniente

Figura 3. Tabla Periódica de los Elementos. Pascual Román Polo, 2010.

MAGNESIO

Fue descubierto por Joseph Black, médico, físico y químico escocés. Desde la antigüedad eran conocidos y utilizados muchos de los compuestos de este elemento, pero la primera persona en reconocerlo como tal fue Joseph Black, en Edimburgo, en 1755. Humphry Davy, químico británico considerado el fundador de la electroquímica, fue el primero en aislarlo puro, aunque en cantidades muy pequeñas, por métodos electroquímicos en 1808. En 1831 el científico francés Bussy lo obtuvo en cantidades apreciables y estudió sus propiedades.

El nombre deriva del de una ciudad de la región de Tesalia oriental en Grecia.

Su aspecto es gris metálico y brillante. Es dúctil, maleable y muy ligero, con una densidad 2/3 la del aluminio. Es menos reactivo que los alcalinos y su química es similar a la de otros alcalinotérreos. En contacto con el aire se recubre de una capa de óxido de color blanco y arde con una llama blanca muy brillante.

Se trata de un elemento clave en la fabricación de aleaciones ligeras, junto con el aluminio, como base de las industrias automovilística y aeronáutica o en implantes cardiovasculares y ortopédicos. También se usa en protección y en bombas incendiarias, como mordiente para tintes, en la fabricación de ladrillos resistentes al calor y agregado a los plásticos para hacerlos ignífugos así como a la alimentación del ganado y a los fertilizantes. Otros compuestos se usan en medicina o en la industria química.

Es un elemento esencial tanto en la vida vegetal como animal. Sin él la fotosíntesis no podría tener lugar, ya que es elemento constituyente de la clorofila, y la vida tal como la conocemos no existiría. En humanos, es esencial para el funcionamiento de cientos de enzimas. Debemos ingerir entre 250 y 350 miligramos por día y almacenamos unos 20 gramos, principalmente en los huesos.

Es el octavo elemento más abundante en la corteza terrestre y el tercero en el agua del mar, pero no se encuentra libre en la naturaleza. Se extrae de grandes depósitos en minerales terrestres y del mar, que contiene billones de toneladas, siendo la fuente de gran parte de las 850 000 toneladas que en la actualidad se producen cada año.

ARSÉNICO

Fue aislado puro por primera vez por Alberto Magno, alrededor de 1250, aunque ya los antiguos egipcios lo utilizaban. Lo obtuvo por calentamiento de una muestra del mineral oropimente con cierto jabón. Más tarde, en 1649, fue aislado en su forma metálica por el químico alemán Johann Schröder.

Parece ser que el nombre de este elemento proviene del vocablo griego, que a su vez deriva del indoeuropeo, que hace referencia a lo masculino, lo vigoroso.

Se trata de un semimetal que se presenta en tres formas alotrópicas: amarilla, gris y negra. La gris es su forma metálica y es brillante, gris plateada, quebradiza y bastante estable. La amarilla y la negra se comportan como no metales.

Mucho se ha hablado sobre su efecto tóxico a través de historias como el supuesto envenenamiento de Napoleón con sales del elemento, pero poco se habla de alguno de sus efectos beneficiosos a nivel metabólico. Muchos preparados han sido utilizados a lo largo de la historia como medicamentos, como el "Salvarsan", desarrollado por Paul Ehrlich, que constituyó el primer tratamiento para la sífilis y el primer agente de quimioterapia conocido, o su uso como tónico de cura popular en la Inglaterra de la época victoriana.

Entre los usos más notables está la preservación de la madera en el que se usa el 70 %, como aditivo para endurecer balines de plomo, como agente de dopaje en semiconductores, para la construcción de circuitos más rápidos que los de silicio y para la generación de diodos láser y LED. Recientemente se está estudiando su uso en el tratamiento de un tipo de leucemia.

Es esencial para la vida y se estima necesaria una ingesta diaria de 12-15 µg a través de la dieta, pues parece intervenir en el metabolismo del zinc y en la síntesis de proteínas. En dosis tóxicas se une a los átomos en el cabello.

En la naturaleza, además del oropimente que se puede encontrar en las fumarolas de los volcanes y en fuentes hidrotermales templadas, también podemos encontrarlo en forma nativa o en otros minerales en conjunción con otros metales como Pb, Fe o Cu.

En España se encuentra en diversos yacimientos de los que destaca el de Guadalcanal (Sevilla) en el que se halla formando nódulos esféricos con plata nativa. China es el mayor productor. Ocupa la posición número 52 en abundancia en la corteza terrestre y no se prevé su disponibilidad en un plazo superior a los próximos 100 años.

YODO

Fue descubierto en 1811 por el químico francés Bernard Courtois, en París, de manera accidental, mientras fabricaba salitre. Observó humos púrpuras que se condensaron para formar cristales con un brillo metálico. Courtois supuso que se trataba de un elemento nuevo y Joseph Gay-Lussac lo demostró. Humphry Davy, quien estaba de visita en París, lo confirmó. Davy envió un informe a la Royal Institution en Londres, donde se asumió erróneamente que él era el descubridor, una creencia que persistió durante más de 50 años.

Su nombre procede del vocablo griego de significado "color violeta".

Es negro, brillante, cristalino y el único halógeno sólido a temperatura ambiente. Cuando se calienta, se sublima para formar un vapor púrpura.

Actualmente sus usos comerciales son muchos. Sus compuestos se utilizan en productos farmacéuticos y desinfectantes, tintes, catalizadores, suplementos para piensos, filtros de mascarillas antigás o productos químicos fotográficos. También se usa para hacer filtros polarizadores para pantallas LCD. En medicina se utiliza para desinfectar heridas y como medio de contraste en rayos X. También tiene aplicaciones en la fabricación de baterías utilizadas, por ejemplo, en los marcapasos. En los últimos años se ha puesto la atención en el uso para el diseño farmacéutico, cristales líquidos e impresoras 3D. Además, representa la base molecular de materiales electrónicos e informáticos.

Se trata de un elemento esencial para los humanos, principalmente para la glándula tiroidea. La falta del elemento conduce al bocio, razón por la que a muchas sales de cocina se le añade. Uno de sus isótopos radiactivos se utiliza en ocasiones para tratar glándulas tiroideas cancerosas.

En el pasado se obtenía de las algas. Ahora las principales fuentes son los depósitos de salmuera natural que deja la evaporación de los mares y las aguas salobres de los pozos de petróleo y sal. En la actualidad la principal producción se encuentra en Chile y Japón.

XENÓN

Fue descubierto en julio de 1898, por William Ramsay y Morris Travers del University College de Londres, a partir de un líquido obtenido del aire. Al destilar la mezcla repetidamente, aislaron un gas más pesado, y cuando lo examinaron a través de un espectrómetro, observaron un hermoso resplandor azul. Se dieron cuenta de que se trataba de un nuevo elemento.

El nombre deriva de la palabra griega que significa "extraño".

En la naturaleza se presenta como un gas incoloro e inodoro y muy poco reactivo. Inicialmente considerado inerte, en 1962 se demostró que no lo era al sintetizar un derivado del flúor. En la actualidad se conocen más de 100 compuestos distintos cuando se combina, por ejemplo, con el flúor o el oxígeno.

Cuando se examina un tubo de descarga lleno del elemento, se observa una emisión azul intensa que se extiende hasta el ultravioleta cercano. Por ello, no solo se emplea en los faros de algunos automóviles, proyectores de cine y flashs de cámaras fotográficas, sino también en fotocopiadoras, impresoras, sistemas de bronceado, láseres de rubi o lámparas bactericidas para la preparación y procesado de alimentos. Sin embargo, alrededor del 15 % de su producción mundial se dirige a su uso como anestésico general debido a la escasez de sus efectos secundarios. En 1939 se observó que generaba cierto "estado de embriaguez" en los buzos que practicaban buceo profundo, pero no fue hasta 2007 cuando se comercializó el primer anestésico basado en este elemento. Además, se usa en tomografías de emisión fotónica que permiten examinar corazones, hígados y cerebros. Entre las aplicaciones más novedosas se encuentran los motores de propulsión que utilizan iones del elemento para viajes espaciales. En 2007, la nave espacial Dawn lanzada por la NASA, cuyo objetivo era analizar la superficie del asteroide Vesta y del planeta enano Ceres, iba equipada con un motor de este tipo y alcanzaba velocidades cercanas a 106 km/h. Se ha comprobado también que esta tecnología es capaz de alargar la durabilidad de un satélite de televisión en órbita durante más de 25 años.

Se encuentra presente a nivel de traza en la atmósfera terrestre, concretamente hay alrededor de 0,09 partes por millón en volumen. Comercialmente se obtiene como subproducto de la destilación fraccionada del aire líquido, aunque el elevado coste dificulta su amplio uso.

Figura 4. Ejemplos de algunos elementos: metal (Mg), no metal (I), semimetal (As) y gas noble (Xe).

a los elementos de la Vídeo-Tabla responde al detalle que se enumera a continuación:

- Etimología del nombre.
- Descubrimiento.
- Propiedades físico-químicas destacables.
- Aplicaciones más importantes.
- Abundancia.
- Otras características específicas.

Las fuentes que utilizamos para extraer y seleccionar la información relativa a los elementos fueron varias: páginas web^[5-8] en algunos casos y bibliografía escrita en otros^[9-13].

En la Figura 4 se muestran las imágenes de los archivos de texto en los que se presenta la información de algunos elementos químicos. Esta información se exponía a cada uno de los participantes; todos ellos debían analizarla, comprenderla e interiorizarla para relatarla y explicarla delante de la cámara.



Figura 5. Imágenes de algunos vídeos grabados por estudiantes.



Figura 6. Imágenes de algunos vídeos grabados por profesores.

Para llevar a cabo las grabaciones en vídeo, profesores y alumnos nos citábamos durante las tardes, fuera del horario lectivo. Esto nos permitía disponer de la concentración, el

silencio y el tiempo necesarios para ese cometido, además de no sufrir menoscabo las horas lectivas de dedicación a los contenidos de la asignatura. En las Figuras 5 y 6 pueden verse capturas de pantalla de algunos de los vídeos grabados y de sus protagonistas. Todos ellos están alojados tanto en el canal de YouTube del Departamento como en su página web.^[14,15]

Participantes

Como ya quedó antes indicado, la propuesta de participación en la Vídeo-Tabla no quedó limitada a los estudiantes sino que también se confió a otros colectivos. De manera primordial a nuestros propios alumnos pues ellos constituían el primer objetivo como protagonistas y creadores de la TP. No obstante, y con la intención de dotar al trabajo de una dimensión más global, se involucró a un reducido grupo de alumnos que cursaban sus estudios en otros centros de nuestra comunidad; también a antiguos alumnos de nuestro centro. En segundo lugar fueron los profesores de Física y Química, tanto de nuestro Instituto como de otros centros de Cantabria, los que también participaron. De este modo conseguimos el vínculo y la unidad que supone un proyecto colaborativo, lo que contribuye notablemente a la difusión y el uso de este trabajo. Y, por último, se involucraron distintos profesores de nuestro centro pertenecientes a disciplinas no científicas. La razón era la de conseguir un aumento de la cultura y la sensibilidad científicas de los compañeros que, a diario, no tienen ninguna relación con la enseñanza de las ciencias. Al igual que ocurre con los alumnos, el interés de ellos hacia los elementos de los que han informado en la tabla sobrevive al momento de la grabación. Es habitual que recojamos comentarios de personas que, a partir de este trabajo y su participación, se mantienen alerta ante cualquier información que tiene que ver con el elemento que han presentado haciéndolo, de algún modo, un patrimonio personal. Con todo esto creemos que el presente trabajo contribuye, cuanto menos, a mejorar la actitud y el interés hacia la ciencia de toda la comunidad educativa.

Resultado final

Finalmente, y con el objetivo de mostrar una TP en la que presentar los vídeos grabados, que recogen la información de cada elemento químico, asociados a la casilla correspondiente de la tabla, decidimos alojarla en la plataforma *Thinglink*.^[16] Resultó, así, una TP audiovisual rigurosa, ágil y tremendamente cómoda, ya que con un gesto tan sencillo como el consistente en clicar en el símbolo de un elemento químico en particular, se accede al vídeo en el que un estudiante o profesor, según el caso, relata la información correspondiente.

Por otra parte, y dado lo impactante y estético que resulta un mosaico con 120 rostros, decidimos crear la TP con la presentación que se contempla en la Figura 7. En ella puede también observarse la distinción mediante colores de los elementos metálicos (rojo), los no metálicos (azul) y los semimetálicos (verde). Además, se quiso marcar la peculiaridad de los gases nobles con un color propio, naranja en esta ocasión. Tanto la

imagen de la Vídeo-Tabla como alguna otra información relativa a ella puede consultarse en la web del Departamento.^[17]

Otro de los recursos digitales que en la actualidad nos facilitan las tecnologías de la información lo constituyen los códigos QR. Esta herramienta que permite remitir nuestros vídeos a una dirección web y, de manera tan sencilla, conseguir el acceso a ellos, hizo que también elaborásemos una TP con los correspondientes códigos enlazados a las casillas de los diferentes elementos. Esa TP, cuya imagen puede apreciarse en la Figura 8, se encuentra disponible en las paredes del IES Valle del Saja con la finalidad de que cualquiera de los miembros de la comunidad educativa pueda disponer

cómoda y rápidamente de la información que contiene; también se encuentra alojada en la web del Departamento.^[18]

Aproximación a la Vídeo-Tabla Periódica

Una manera de presentar y acercarse a lo que es la Vídeo-Tabla la constituyen dos vídeos editados y creados para conseguir dicho efecto. Vídeos que hemos denominado promocional y resumen; una captura de pantalla del primero que se cita se muestra en la Figura 9. Ambos pueden encontrarse en el canal de YouTube del Departamento.^[19, 20]



Figura 7. Imagen de la Vídeo-Tabla Periódica.



Figura 8. Imagen de la Tabla Periódica con códigos QR.

Conclusiones

La realización de trabajos como el aquí relatado contribuyen de manera notable a la didáctica de la química y de la física, en general, y de las características de los elementos químicos en particular, así como, de modo relevante, a la comprensión de la utilidad de la TP como herramienta indiscutible en ciencia.

Por otro lado, Implicar al alumno en un proyecto de divulgación de información científica supone que mantenga su vínculo con esa actividad más allá de su paso por el instituto. Nuestra experiencia con los trabajos realizados durante la celebración del AIQ de 2011, y más tarde, en 2019, con motivo del AITP, así lo demuestran.

Y haciendo referencia específica a la Vídeo-Tabla mostrada en este artículo, puede afirmarse que este modo de presentar la información sobre los elementos químicos no tiene en la actualidad muchos ejemplos similares y menos aún en español. Nos sentimos muy orgullosos en la medida en la que este proyecto pueda contribuir a la divulgación de un logro intelectual tan imprescindible como supone la TP. Además, el uso de esta herramienta, tal y como se ha concebido, creemos que será muy sencillo a la par que motivante para los estudiantes de generaciones presentes y futuras, dada la facilidad y frecuencia con que estos utilizan y reclaman los medios audiovisuales, no solo para el ocio personal, también para el aprendizaje.



Figura 9. Imagen del vídeo promocional de la Vídeo-Tabla Periódica.

Agradecimientos

No existe proyecto que pueda proseguir y llegar a ejecutarse sin la colaboración y el trabajo de personas y/o instituciones. El que aquí ha quedado expuesto ha requerido de muchas personas, 120 en concreto, tantas como elementos químicos presentados. A todas ellas, estudiantes y profesores, dedicamos estas líneas. El hecho de que a partir de la propuesta inicial que se les planteó, respondieran afirmativa y positivamente, sin poner ningún tipo de cortapisa, a pesar de los inconvenientes que, en más de un caso, hubo que salvar (tiempo disponible, dificultades en la comprensión de la información de los elementos, etc.), hace que nos sintamos

especialmente agradecidos con todos y cada uno de ellos. Comprobar la positividad y el optimismo de estas personas, su implicación, su contribución en la elaboración de una herramienta de tanta utilidad y sus ganas de colaborar y de aprender, han conseguido que nos sintamos no solo agradecidos sino también orgullosos de la comunidad educativa a la que pertenecemos. Sin todas y cada una de esas personas esta tabla no habría sido posible.

Bibliografía

- [1] A. Aguayo y C. Gutiérrez. El Año Internacional de la Química: una celebración útil para la docencia de la química en la educación secundaria. An. Quím., 2012.
- [2] Departamento de Física y Química del IES Valle del Saja (página web). Sistema Periódico. <http://www.fqsaja.com/?p=7757>
- [3] G. Pinto Cañón. El concurso escolar "Nuestra Tabla Periódica": una iniciativa para fomentar la motivación de profesorado y alumnado en áreas STEAM. An.Quim., 2019.
- [4] Departamento de Física y Química del IES Valle del Saja (página web). Sistema Periódico: Imágenes. <http://www.fqsaja.com/?p=9294>
- [5] Real Sociedad Española de Química. <https://rseq.org/> (visitada el 01/02/2022).
- [6] The Royal Society of Chemistry. <https://www.rsc.org/> (visitada el 01/02/2022).
- [7] American Chemical Society. <http://www.acs.org/> (visitada el 01/02/2022).
- [8] Webelements. <https://www.webelements.com/> (visitada el 01/02/2022).
- [9] H. Aldersey-Williams. *La Tabla Periódica*, Ariel, 2011.
- [10] S. Kean. *La Cuchara Menguante*, Ariel, 2010.
- [11] A. Navarro Yáñez. *El Secreto de Prometeo y otras historias sobre la Tabla Periódica de los Elementos*, Guadalmazán, 2015.
- [12] J. Elguero Bertolini, P. Goya Laza, P. Román Polo. *La tabla periódica de los elementos químicos*, Catarata, 2019.
- [13] R. Prego Reboredo. *Las tierras raras*, Catarata, 2019.
- [14] Departamento de Física y Química del IES Valle del Saja (canal de YouTube). Vídeos Vídeo-Tabla Periódica. <https://www.youtube.com/channel/UC1OZGbzXo9TgNgHlufaQbiw>
- [15] Departamento de Física y Química del IES Valle del Saja (página web). Vídeos Vídeo-Tabla Periódica. http://www.fqsaja.com/?page_id=7430
- [16] Departamento de Física y Química del IES Valle del Saja (canal de Thinglink). Vídeo-Tabla Periódica. <https://www.thinglink.com/scene/1374766234444234754>
- [17] Departamento de Física y Química (página web). Vídeo-Tabla Periódica. <http://www.fqsaja.com/?p=9797>
- [18] Departamento de Física y Química del IES Valle del Saja (página web). Vídeo-Tabla Periódica y los códigos QR. <http://www.fqsaja.com/?p=10319>
- [19] Departamento de Física y Química (canal de YouTube). Vídeo promocional Vídeo-Tabla Periódica. https://www.youtube.com/watch?v=mMTitGxu_t0
- [20] Departamento de Física y Química (canal de YouTube). Vídeo-resumen Vídeo-Tabla Periódica. <https://www.youtube.com/watch?v=uaKpRv4hlu8>