

O SISTEMA PERIÓDICO NA DIDÁCTICA DA AULA

ROMERO, MARÍA J.

*Departamento de Didácticas Aplicadas
Universidade de Santiago de Compostela*

ROMERO, CARMEN

CEPA Santa Cruz, Santa Cruz de Tenerife

FERNÁNDEZ-FARIÑA, SANDRA

GONZÁLEZ-BARCIA, LUIS M.

*Departamento de Química Inorgánica
Universidade de Santiago de Compostela*

1. INTRODUCCIÓN

O ano 2019 foi declarado polas Nacións Unidas como Ano Internacional da Táboa Periódica, ano no que se conmemora o 150 aniversario do descubrimento do sistema periódico por **Dmitri I. Mendeléyev** en 1869. Simultaneamente a IUPAC que foi fundada no ano 1919 celebra o seu propio centenario e, para a ocasión, ofrécenos o “*Get in your element*”, o reto da Táboa Periódica da IUPAC con participación de todos os países a nivel mundial (<https://iupac.org/get-in-your-element/> ; <https://iupac.org/100/pt-challenge/>). Os gañadores pasarán ao concurso Nobelio (*Nobelium Contest*).



Figura 1. Décimo de Lotería Nacional para o 2 de marzo de 2019.

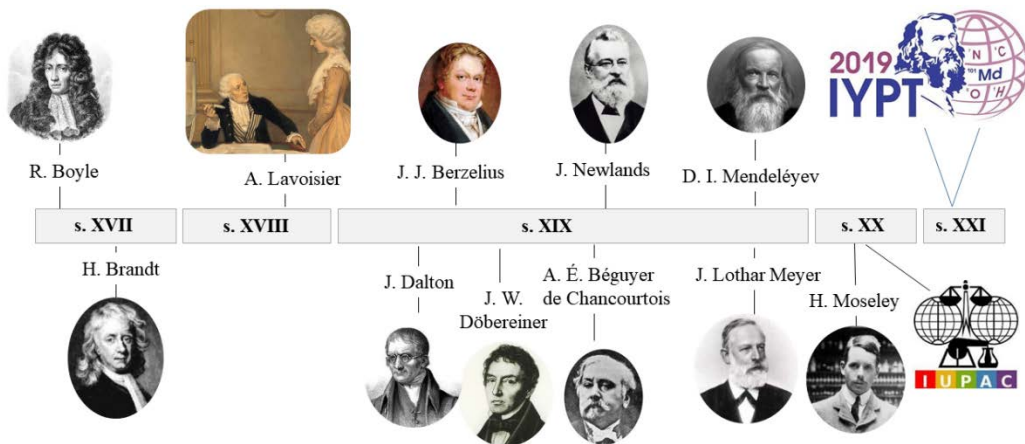
A nivel de España estanse organizando varias actividades: os décimos do sorteo da Lotería Nacional do 2 de Marzo mostrarán a fachada da Facultade de Química da Universidade de Murcia (Figura 1);

Correos dedica un selo conmemorativo no que se destacan os elementos químicos descubertos por investigadores españois, ... etc.¹

Desde a definición de “*elemento químico*” de R. Boyle (“*The sceptical chymist*”, 1661)² e o primeiro illamento dun elemento químico por Hennig Brand (fósforo) en 1669, moitos foron os científicos e científicas que contribuíron ao descubrimento e predición dos elementos químicos que levou a organizalos en forma de Táboa Periódica (Esquema 1).

No século XVIII, Antoine Lavoisier publicou unha lista con 33 substancias simples (metálicas e non metálicas) no *Traité Élémentaire de Chimie* (1789).³ Anos máis tarde, Dalton publicou a primeira táboa con algúns elementos químicos (1808)⁴ e os seus [pesos atómicos](#) relativos. **Jöns Jakob Berzelius** en *Annals of Philosophy* (1813)⁵ **propuxo o sistema actual de símbolos químicos para representar a cada elemento. Nesa época J. W. Döbereiner** definiu o concepto de peso atómico (1817) e **propuxo a “Lei das tríadas” como sistema para clasificar os elementos (1829).**⁶

Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois foi o primeiro en observar a periodicidade dos elementos cando se ordenaban por pesos atómicos en forma de “*caracol ou hélice telúrica*” (1862).⁷ En 1864 John A. R. Newlands publicou a súa versión da Táboa Periódica⁸ na que colocaba os elementos descubertos en orde crecente de peso atómico e observou que, nun conxunto de elementos ordenados, o oitavo elemento tiña propiedades parecidas ao inicial (“*Lei das oitavas*”). Finalmente, **Julius Lothar Meyer** e **Dmitri I. Mendeléyev** levaron a cabo estudos sobre a orde dos elementos químicos e, enfocando os seus traballos de forma diferente, chegaron a conclusións moi similares. En 1869 Mendeléyev publicaba a Táboa Periódica dos elementos químicos,⁹ adiantándose un ano á publicación da Táboa Periódica de Lothar Meyer en 1870.¹⁰



Esquema 1. Algúns dos principais científicos e institucións que participaron na construción da Táboa Periódica desde os primeiros descubrimentos no s. XVII.

Desde a segunda metade do século XIX, período no que **Mendeléyev** propuxo a primeira Táboa Periódica, ata a actualidade descubríronse máis elementos químicos ata chegar ós 118 identificados ata agora. Ademais realizáronse distintas representacións da Táboa Periódica, desde as versións máis formais¹¹ ata as tridimensionais¹², ilustradas,¹³ ... A Táboa Periódica foi conmemorada de moitas formas: en selos,¹⁴ moedas,¹⁵ cartas e táboas con cartas,¹⁶ cancións,¹⁷ entre as que destacamos “The new periodic table song” (canal de *AsapSCIENCE* en youtube) para memorizar os elementos químicos en inglés e a versión con caracteres chineses.¹⁸

O sistema periódico (SP) debe considerarse como un recurso didáctico importante na aula: non só permite relacionar a posición que ocupa un elemento químico no SP coa súa configuración, natureza e

reactividade, senón que é unha ferramenta que permite traballar outros contidos transversais: a historia, as contribucións de mulleres científicas, o emprego das TIC, ..., etc. Neste traballo falaremos sobre a utilidade didáctica da Táboa Periódica na aula, por medio de xogos e outras actividades educativas de modo que nos axuden a ensinalles o sistema periódico dos elementos químicos e as súas propiedades, aos alumnos, de forma máis sinxela e amena.

Na actualidade existe unha falta de motivación e certa pasividade nos alumnos de educación secundaria en canto á aprendizaxe da Química. Para entender a Química é fundamental saber como se organiza a Táboa Periódica e como se extrae a información que hai nela. É por isto que é necesario a busca de novas alternativas na aula así como de novas metodoloxías innovadoras que, mediante o uso de recursos didácticos adecuados, fomenten a creatividade e a participación tanto de alumnos como de profesores na aula.

Fomentar a motivación e espertar o interese dos estudantes para coñecer os elementos químicos, comprender a súa organización na Táboa Periódica e razoar as súas tendencias, son factores importantes á hora de superar as dificultades que lles podan xurdir durante o proceso de aprendizaxe. Neste sentido, as actividades didácticas centradas na Táboa Periódica que impliquen un alto grao de participación por parte dos estudantes na aula resultan de grande utilidade.

2. APRENDIZAXE DO SISTEMA PERIÓDICO CON ACTIVIDADES DIDÁCTICAS E XOGOS NA AULA

A utilización didáctica da Táboa Periódica na aula mediante xogos e actividades permitiranos obter unha serie de beneficios **como profesores**:

- i) ensinaremos os conceptos relacionados co sistema periódico dunha forma divertida, o que facilitará a súa aprendizaxe;
- ii) fomentaremos unha aprendizaxe continua, na que os estudantes poderán usar os conceptos aprendidos dunha forma interactiva e así mesmo establecer relacións entre ditos conceptos;
- iii) espertaremos un grande interese nos estudantes polo estudo da química;
- iv) fomentaremos o descubrimento de novas vocacións.

En canto ao **alumnado**, estas actividades ou xogos aportaranlles os seguintes beneficios:

- i) aprenderán química de forma entreteida e aprenderán a relacionar os principais conceptos entre si;
- ii) activarán tanto a súa mente como a súa creatividade;
- iii) entenderán o importante papel da química na vida diaria e na tecnoloxía;
- iv) descubrirán que, a química, non é unha ciencia memorística, senón que todo está contido na situación dos elementos no S. P. debido á súa configuración electrónica.

Hoxe en día hai variedade de propostas baseadas en xogos para a ensinanza da Táboa Periódica nos diferentes niveis educativos e tamén se teñen elaborado unidades didácticas relacionadas con este tema. Por exemplo, nunha unidade didáctica publicada por Franco-Mariscal e colaboradores para os alumnos de 15-16 anos, inclúense diversas tarefas entre as que se atopan xogos de cartas, de mesa, puzzles, xogos de ordenador, de simulación, entre outros.¹⁹

Neste apartado resaltaremos algunhas das actividades didácticas e xogos levados ás aulas, descritos na bibliografía.

2.1. Clases interactivas

As actividades baseadas en clases interactivas resultan útiles para que os estudantes analicen a periodicidade dos elementos da Táboa Periódica e as tendencias nas súas propiedades químicas e físicas. Hai estudos que demostran que este tipo de actividades resultan atractivas para os alumnos,

favorecen a aprendizaxe e melloran as súas capacidades predictivas.²⁰ Seguidamente seleccionaremos e presentaremos algúns exemplos a considerar.

- Exemplo 1:

No estudo realizado por Hoffman e Hennessy,²⁰ aplicable a clases introductorias en educación secundaria ou primeiro curso de educación universitaria, organizáronse os alumnos en forma de Táboa Periódica (Figura 2) e pedíuselles que cada un identificase que elemento representaba; a continuación cada un deles presentouse aos elementos veciños e identificáronse entre eles e, a seguir, houbo un debate con preguntas sobre as diferencias entre as súas configuracións electrónicas. Finalmente, o profesor realizou unha serie de preguntas sobre quen posúe o maior tamaño atómico, carácter metálico, enerxía de ionización, etc, para que o analizasen entre eles e comprobasen as tendencias.

































	1	2	13	14	15	16	17	18
 	H							He
     	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
     	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
     	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
     	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
     	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

Figura 2. Esquema da distribución dos alumnos nunha “Táboa Periódica de persoas” que representan distintos elementos químicos. Esquema adaptado con permiso da referencia 20. Copyright (2018) American Chemical Society.

- Exemplo 2:

Outra actividade de aula interactiva consiste en propoñer a existencia dun hipotético elemento que posúe unhas determinadas propiedades, elaborar distintas preguntas para que os alumnos analicen ditas propiedades e así razoen unha posible configuración electrónica e a súa posición na Táboa Periódica.

Un exemplo desta actividade é o traballo levado á aula de química xeral (nivel universitario) sobre o metal ficticio *vibranium* da película “Black Panther”, que se lles describiu ao alumnado como “un metal que dissolve outros metais, absorbe todo o son e é un mutáxeno”.²¹ Esta actividade resultou tamén interesante para tratar de forma paralela temas como a contribución das mulleres e das persoas de cor á ciencia e á tecnoloxía, entre outras áreas.

- Exemplo 3:

Hai moitas outras actividades complementarias que se poderían levar a cabo na aula para que os estudantes exploren como se organizan os elementos químicos de forma periódica ou como interpretar a información que nos proporciona a Táboa Periódica; por exemplo:

- a) a construción dunha “pirámide periódica” tridimensional (Figura 3),²² na que cada nivel da pirámide pode ser dividido en capas e subcapas;
- b) a creación dunha táboa visual na que se representen os átomos e os seus electróns de valencia con materiais dispoñibles na aula, como a táboa de pelotas de tenis de mesa proposta por Selco e

colaboradores,²³ na que se empregan pelotas e limpapipas para elaborar os modelos atómicos, con códigos de cores para os elementos dos grupos principais e os electróns da capa de valencia.

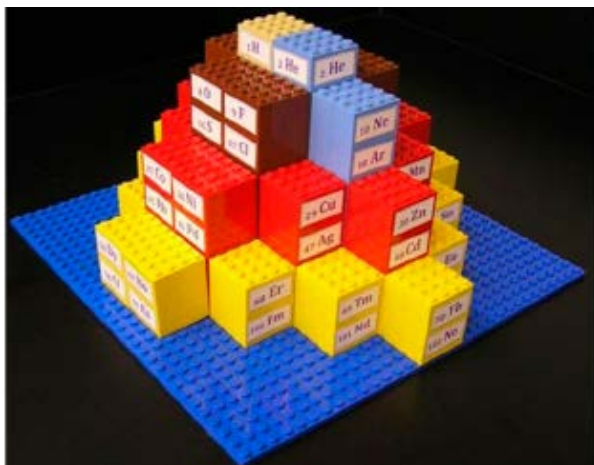


Figura 3. Pirámide periódica 3D construída na aula cos símbolos dos elementos químicos e os seus pesos atómicos. Imaxe reproducida con permiso da referencia 22. Copyright (2013) American Chemical Society.

Poderíamos propoñer moitos outros exemplos; pero abonda co presentado para que comprendamos a idea e busquemos na rede máis información ou sexamos nós quen fagamos propostas novas.

2.2. Actividades sobre o xénero na Táboa Periódica

O tratamento transversal do tema de xénero nas aulas de química é básico para que, as mulleres, se empoderen no mundo da ciencia en xeral e da química en particular. Algúns exemplos prácticos hannos de servir para explicar o que pretendemos e animar ao profesorado a contribuír con novas propostas neste campo.

O noso grupo de innovación docente en didáctica e divulgación científica CienciaNOSA²⁴ da Universidade de Santiago de Compostela vimos realizando diversas actividades de interese didáctico, entre elas destacan o proxecto Funil.gal (laboratorio virtual de química),²⁵ obradoiros en congresos de ENCIGA, participación no campus de verán XuyenCiencia,²⁶ actividades de divulgación relacionadas co xénero e a ciencia, ..., etc.

Desde a idade antiga, a muller participou no desenvolvemento da ciencia, da química e tamén contribuíu a completar o sistema periódico dos elementos. En traballos anteriores, os membros de CienciaNOSA demos a coñecer cales foron as contribucións das mulleres á Táboa Periódica.²⁷ Hai cinco elementos na Táboa Periódica que foron descubertos por mulleres: o polonio, o radio e o radon (Marie Sklodowska Curie), o renio (Ida Eva Tacke) e o francio (Marguerite C. Perey). En canto aos nomes dos elementos, hai dous nomes dedicados a mulleres que foron aceptados oficialmente (curio e meitnerio) e un nome non aceptado oficialmente (o joliotio). Outros elementos químicos posúen nomes femininos referentes ós astros ou á mitoloxía.²⁷

Tendo en conta estas consideracións, a realización de actividades na aula relacionadas co xénero e a Táboa Periódica, non só teñen interese desde o punto de vista da aprendizaxe da química e do sistema periódico, senón que tamén nos permiten levar a cabo actividades interdisciplinarias coas que os estudantes poidan relacionar distintos aspectos relativos ao xénero, á historia, ás aplicacións

tecnolóxicas e á importancia na sociedade que, hoxe en día, teñen os elementos descubertos por científicas ou os nomeados no seu honor.

- Exemplo 1:

Membros do noso grupo de investigación elaboraron unha unidade didáctica na que se trata o tema de xénero na ciencia e se indica e traballa a contribución das mulleres ao sistema periódico.²⁸ Nesta unidade faise, entre outras, unha proposta educativa na que os alumnos deben elaborar fichas na aula para a identificación dos elementos químicos descubertos por mulleres.

- Exemplo 2:

Outra alternativa consiste na presentación de científicas que contribuíron ao sistema periódico (Figura 4), por parte do profesor, e a posterior busca de información por parte do alumnado sobre: a biografía das científicas; a análise das súas contribucións á Táboa Periódica; o contexto histórico e relevancia dos seus descubrimentos;²⁹ ..., etc.

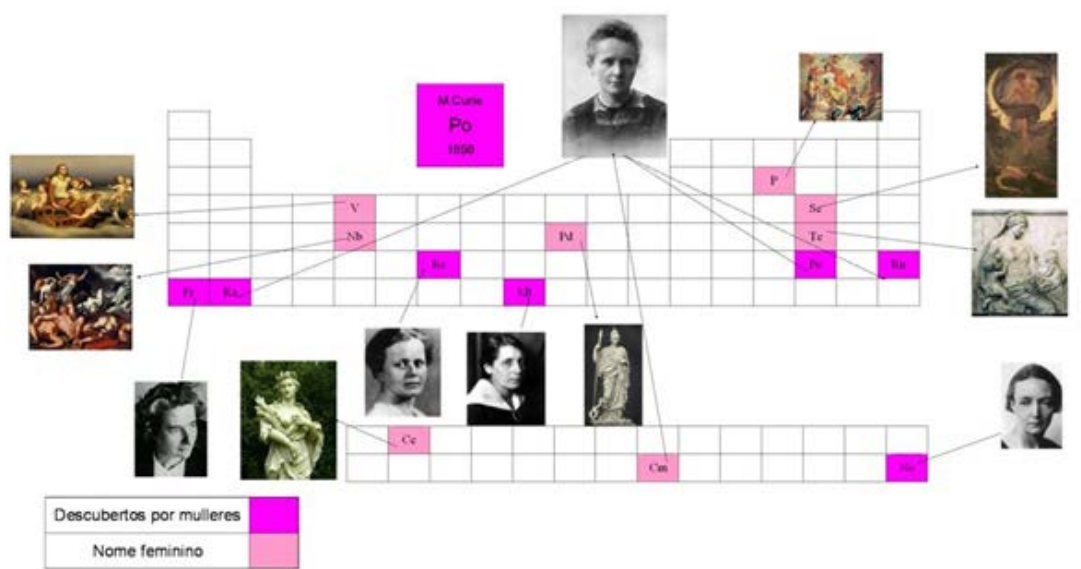


Figura 4. Exemplo de diapositiva proposta para o seu estudo e debate na aula.^{28, 29}

2.3. O Bingo dos elementos

Unha forma de mellorar a aprendizaxe da Táboa Periódica desfrutando na clase é empregando xogos de tipo Bingo como recurso didáctico. O obxectivo principal é que os alumnos relacionen a estrutura atómica non só coa posición na Táboa Periódica, senón tamén coas tendencias no seu comportamento químico en cada período e grupo.

As propostas que se levaron á aula, tanto na educación secundaria como na universitaria, consistiron na elaboración dun cartón coa Táboa Periódica, completa ou parte dela en función do nivel educativo. Trátase de encher as casillas baleiras desta táboa ou as que indique o profesor no menor tempo posible, mediante o emprego de cartas/tarxetas. Como mostra comentamos os seguintes exemplos:

- Exemplo 1:

O profesor proporciona aos seus alumnos unha baralla de cartas co símbolo, número atómico, número de electróns de valencia e algunhas das súas propiedades físicas ou químicas, e despois de barallar e escoller unha carta, deben colocala na posición correcta da táboa.³⁰

- Exemplo 2:

O profesor entrégalles unha tarxeta coa Táboa Periódica na que se inclúen os símbolos duns poucos elementos químicos que os alumnos deben identificar, escolle unha tarxeta e le en alto o número atómico, bloque, as propiedades e aplicacións na vida diaria dun elemento en particular, sen revelar a súa identidade. Os alumnos deberán recoñecer o elemento e marcalo se é un dos identificables indicados na táboa (Figura 5).³¹

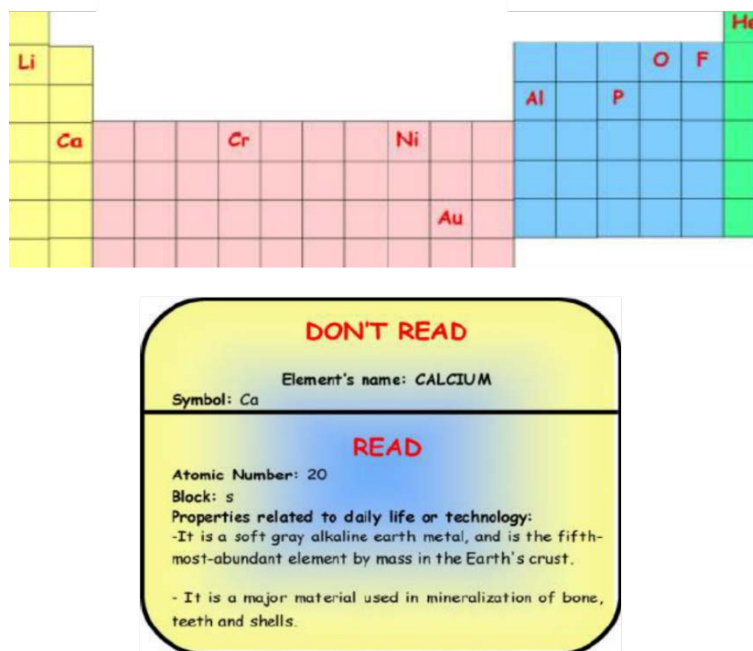


Figura 5. Xogo de Bingo “Elemental Periodica” baseado na Táboa Periódica proposto por Bayir. Está composto por cartón da Táboa Periódica e tarxetas con pistas de cada elemento químico. Imaxe adaptada con permiso da referencia 31. Copyright (2014) American Chemical Society.

- Exemplo 3:

O emprego dunha aplicación informática, creada no ano 2007 polos estudantes de 2º de Bacharelato V. Jara-Cano e F. J. Ortiz-Tudela supervisados por un grupo de profesores españois, que xera aleatoriamente elementos químicos de modo que, os alumnos, deben comprobalos no cartón coa Táboa Periódica (casillas brancas) que se lles entrega a cada un deles (Figura 6). Poden cantar “grupo” se completan tres elementos dunha mesma columna, “período” se completan cinco elementos da mesma fila ou “Bingo-táboa” cando se completan as 16 casillas brancas do cartón.³²

En vez de extraer bolas, un reprodutor de vídeo amosa aleatoriamente vídeos elaborados con cada elemento no que se inclúe o símbolo e a imaxe do elemento que representa. Deste xeito os alumnos, ao mesmo tempo que xogan, poden relacionar cada elemento co seu aspecto real, co seu carácter metálico, estado de agregación, etc.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H																	He
Li	Be	¡Tabla!										B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca											Zn	Ga	Ge	As	Se	Br
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac															

Figura 6. Xogo de Bingo baseado na Táboa Periódica proposto por Franco-Mariscal e colaboradores. Figura reproducida con permiso da referencia 32. Copyright (2010) Educación Química.

2.4. Xogos de cartas e de taboleiro

Os xogos de cartas e de taboleiro son recursos didácticos que tamén permiten desenvolver habilidades para a identificación dos elementos químicos a partir das súas propiedades e, coñecéndoas, traballar os conceptos de composto iónico, principio de electroneutralidade e formulación, entre outros.

Como exemplos, podemos sinalar: o xogo de cartas “Old Prof”³³; os xogos de taboleiro de “DivertiQuímica” para practicar a nomenclatura de química inorgánica³⁴; ou estes dous xogos propostos por Bayir:³¹ o xogo de cartas “Groupica” sobre os elementos químicos e o xogo de taboleiro “Compoundica” ao estilo parchís no que se tratan de asociar anións e catións para formar compostos iónicos.

Un xogo de cartas que permite explorar a Táboa Periódica na aula de educación secundaria ou do primeiro curso de química na universidade, difundido en medios de comunicación, é o “ChemMend” (Figura 7) desenrolado por V. Martí-Centelles e J. Rubio-Magnieto, ex-alumnos de Química da Universitat Jaume I de Castellón.³⁵ Este xogo fomenta o repaso mental dos grupos e dos períodos coa Táboa Periódica e mellora as capacidades dos alumnos. Está composto por 117 cartas: 90 cartas con símbolos de elementos químicos e 27 cartas non-químicas que aumentan o interese no xogo.



Figura 7. Anverso e reverso dunha carta de ChemMend do xogo deseñado por Martí-Centelles e Rubio-Magnieto. Imaxe reproducida con permiso da referencia 35. Copyright (2014) American Chemical Society.

3. A TÁBOA PERIÓDICA E AS TIC

As Tecnoloxías da Información e da Comunicación (TIC) ofrecen apoio para mellorar tanto os métodos de ensinanza como a aprendizaxe dos alumnos, e resultan de especial relevancia para conseguir que a aprendizaxe da Química e, de modo particular, que a aprendizaxe da Táboa Periódica dos elementos químicos sexa máis entreteida.

Actualmente hai moitos recursos educativos baseados nas TIC que están dispoñibles en páxinas web de revistas científicas, portais educativos, software para ordenador, apps para móbil, ... etc. Neste sentido, podemos empregar diferentes ferramentas ou recursos sobre a Táboa Periódica, desde táboas periódicas interactivas ata xogos interactivos,³⁶ vídeos sobre os elementos químicos e actividades online.

Neste apartado seleccionamos algunhas das opcións que nos pareceron máis interesantes para amosarvos:

- No ano 2018 anunciouse a **versión web do xogo ChemMend**³⁵ que mencionamos no apartado 2.4 (<https://anque.es/2018/01/25/el-juego-chemmend-lanza-su-version-online/>; <http://rseq.org/material-didactico/chemmend-el-juego-de-cartas-para-aprender-la-tabla-periodica-periodo-de-prueba/>). Esta versión dixital monoxogador foi adaptada con respecto á versión realizada na aula³⁵ e trátase dun traballo de investigación realizado por investigadores do INIT e a Universitat Jaume I de Castellón. Os autores están investigando o potencial educativo do xogo e dan a opción ao profesorado para monitorizar os resultados dos alumnos, polo que vos animamos a todos a probalo.³⁷
- A **Royal Society of Chemistry** na súa páxina web <http://www.rsc.org/periodic-table/> ofrece unha Táboa Periódica interactiva na que se poden identificar aqueles elementos químicos en función da súa natureza (metálicos, non metálicos, ...), o estado en que se atopan en función da temperatura, etc. Hai vídeos asociados a cada elemento e pódese descargar unha app para dispositivos electrónicos. Ademais na páxina de **“Learn Chemistry”** da Royal Society of Chemistry ofrécese unha Táboa Periódica interactiva para distintos niveis educativos coa que os alumnos poden aprender as tendencias dos elementos químicos.³⁸
- **Ptable** é unha Táboa Periódica interactiva dispoñible na páxina web <https://www.ptable.com/#Orbital>. Seleccionando un elemento da Táboa Periódica, os alumnos poderán ver a súa configuración electrónica, a forma dos orbitais atómicos, e as súas propiedades. A táboa ofrece enlaces directos coa Wikipedia para consultar información sobre os elementos metálicos, os elementos dun determinado período ou grupo, etc.
- A iniciativa educativa **TED-Ed** ofrécenos os “periodic videos” da Universidade de Nottingham³⁹ a través da súa páxina web <http://ed.ted.com/periodic-videos>, na que hai unha Táboa Periódica dispoñible con vídeos para cada elemento químico, nos que se amosan as súas características, usos e reactividade (subtítulos en portugués e inglés).
- Entre as **apps** para telefonía móbil de carácter interactivo e didáctico, descargables do Google Play, destacaremos:
 - a) **“Tabla Periódica”** de Socratica LLC, unha app para aprender sobre a Táboa Periódica xogando, con actividades sobre os símbolos dos elementos, vídeos, etc;
 - b) **“Tabla Periódica 2019-Química”** de August Software que ademais de proporcionar imaxes dos elementos químicos e información sobre as súas propiedades, contén referencias directas de Wikipedia para cada un deles.

4. REFERENCIAS

1. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/2019-ano-internacional-tabla-periodica_13722/3. Consultada o 25 de xaneiro de 2019.
2. R. Boyle, *“The sceptical chymist”*; J. M. Dent & sons, Ltd.: Londres, **1661**.

3. A. L. Lavoisier, "*Traité Élémentaire de Chimie*", Chez Cuchet: París, **1789**.
4. J. Dalton, "*A New System of Chemical Philosophy*" Part I; William Dawson & Sons, Ltd.: Manchester, **1808**.
5. J. Berzelius, *Annals of Philosophy*, **1813**, 443-454.
6. J. W. Döbereiner, *Poggendorfs Annalen der Physik und Chemie*, **1829**, 15, 301-307.
7. A.-É. Béguyer de Chancourtois, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, **1862**, 54, pp. 757-761, 840-843, 967-971.
8. a) J. A. R. Newlands, *Chemical News*, **1864**, 10, 94-95; b) J. A. R. Newlands, *Chemical News*, **1865**, 12, 83.
9. a) D. I. Mendeléyev, *J. Russ. Chem. Soc.*, **1869**, 1, 60-77; b) D. Mendeléyev, *Zeitschrift für Chemie*, **1869**, 12, 405-406.
10. L. Meyer, *Justus Liebigs Annalen der Chemie*, **1870**, 7, 354-364.
11. P. González Duarte, *Boletín das ciencias*, **2009**, nº 67, 83-97.
12. <https://www.thingiverse.com/thing:2741581>. Consultada o 19 de Decembro de 2018.
13. <http://elements.wlonk.com/>. Consultada o 5 de Novembro de 2018.
14. J. García Martínez, J. M. Salas Peregrín, *Boletín das ciencias*, **2009**, nº 67, 179-189.
15. <http://www.elementsales.com/ecoins.htm>. Consultada o 5 de Novembro de 2018.
16. a) <http://periodictable.com/Posters/index.cards.html>.
b) <http://www.academicschoice.com/games/periodic-quest.php>.
c) <https://montessori123.com/products/level-2-moveable-periodic-table-of-element-photograph-with-text-cards-set-with-control-chart>.
17. M. A. Gómez Doval, A. Jover Ramos, J. Vázquez Tato, *Boletín das ciencias*, **2009**, nº 67, 201-208.
18. Canal AsapSCIENCE: https://www.youtube.com/watch?v=rz4Dd11_fX0; versión da canción con símbolos chineses: https://www.youtube.com/watch?v=MKn5FmWn_ME. Consultadas o 5 de Novembro de 2018.
19. A. J. Franco-Mariscal, J. M. Oliva-Martínez, Á. Blanco-López, E. España-Ramos, *J. Chem. Educ.*, **2016**, 93, 1173-1190 e referencias citadas.
20. A. Hoffman, M. Hennessy, *J. Chem. Educ.*, **2018**, 95, 281-285.
21. S. N. Collins, L. Appleby, *J. Chem. Educ.*, **2018**, 95, 1243-1244.
22. J. N. Hennigan, W. T. Grubbs, *J. Chem. Educ.*, **2013**, 90, 1003-1008.
23. J. Selco, M. Bruno, S. Chan, *J. Chem. Educ.*, **2013**, 90, 995-1002.
24. <http://ciencianosa.blogspot.com/>.
25. <http://www.funil.gal/>.
26. <http://www.usc.es/xuvenciencia/campus/gl>.
27. M. J. Romero, R. Pedrido, A. M. González-Noya, M. R. Bermejo, C. Romero, L. González-Louro, M. Martínez, M. I. García-Seijo, *Boletín das ciencias*, **2009**, nº 67, 161-178.
28. A. M. González Noya, M. R. Bermejo, *Tecendo cultura - As mulleres nas artes e nas ciencias*. Servizo de publicacións do Conservatorio Profesional Municipal de Música de Vilalba. **2016**, Cap. 16, 185-199.
29. A. M. González Noya *et al.*, "A introdución da perspectiva de xénero na Química a través da Táboa Periódica", *IV Xornada Universitaria Galega en Xénero*. Santiago de Compostela, **2016**.
30. S. Tejada, J. Palacios, *J. Chem. Educ.*, **2013**, 90, 1115-1002.
31. E. Bayir, *J. Chem. Educ.*, **2014**, 91, 531-535.
32. A. J. Franco-Mariscal, A. Tomás-Serrano, V. Jara-Cano, F. J. Ortíz-Tudela, *Educ. Quím.*, **2010**, 21, 78-84.
33. P. L. Granath, J. V. Russell, *J. Chem. Educ.*, **1999**, 76, 485-486.

-
34. Divertiquímica. S. Zúñiga, M. Augusto. Unidad de proyectos estratégicos. Instituto estatal de Educación Pública de Oaxaca, **2007**. Fondo editorial identidades.
35. V. Martí-Centelles, J. Rubio-Magnieto, *J. Chem. Educ.*, **2014**, *91*, 868–871.
36. <http://www.retoquimica.byethost12.com/>. Consultada o 28 de Decembro de 2018.
37. Acceso ao xogo en <http://www.chemmend.uji.es>; rexistro previo en: <http://www.chemmend.uji.es/registration/source/register.php>). Páxinas web consultadas o 27 de Decembro de 2018.
38. <http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00001113/interactive-periodic-table-game?cmpid=CMF00002097>. Consultada o 21 de Decembro de 2018.
39. <http://www.periodicvideos.com/>. Consultada o 21 de Decembro de 2018.