

A TÁBOA PERIÓDICA EN *YOUTUBE*

GÓMEZ DOVAL, MARÍA ÁNGELA

IES Sanxillao, Lugo

VÁZQUEZ TATO, JOSÉ

Facultade de Ciencias, Lugo

Universidade de Santiago de Compostela

1. INTRODUCCIÓN

A irrupción de internet nas nosas tarefas diarias puxo a disposición, mediante un simple *click*, unha serie de ferramentas e un caudal de información que fai apenas dez anos eran impensables. En particular, para os propósitos deste capítulo, cabe citar o canle *YouTube*. Como exemplo paradigmático do que no canle podemos atopar citaremos un vídeo sobre a transformada de Fourier.¹ No mesmo se combinan, con gran maestría, o son e unha representación animada da transformada de Fourier. Esta capacidade de animación, é a que fai que o vídeo sobresaia doutros medios didácticos convencionais como o clásico encerado, as diapositivas ou as transparencias, todas elas de natureza estática, carecentes de movemento e de son, que sí son factibles nos vídeos de *YouTube*. Mellor que describir o vídeo en detalle é aconsellar a súa visualización. Para facelo pode animarnos o comentario de P. Pawar quen afirma: "*Oh... ¡Meu Deus ! Este vídeo ensinoume máis matemáticas que dous anos de clases de Enxeñería*".

Pensemos tamén que só a ralentización mediante cámaras ultrarrápidas permite observar con detalle algúns aspectos da actividade humana ou da natureza. Como exemplo, podemos citar a visualización ralentizada da caída dunha gota de auga sobre a superficie dun líquido,² fenómeno moito máis complexo do que a visualización directa cos nosos ollos permite captar. A visualización da tensión superficial da auga é simplemente maxistral, ao mesmo tempo que se explica a razón pola que algúns insectos poden permanecer, camiñar, ou escorregarse sobre a superficie da auga.³ Na mesma liña, pero referíndonos a un proceso máis tecnolóxico, podemos mencionar a fabricación das latas de aluminio

¹ Pero, qué a Transformada de Fourier? Unha introducción visual. <https://www.youtube.com/watch?v=spUNpyF58BY>. Por [3Blue1Brown](#), publicado o 26 de xaneiro de 2018, e que en novembro do mesmo ano alcanzou 1,9 millóns de visitas. Os subtítulos en castelán son de [F. Pina Caballero](#).

² Waterdrop shot in 10000 frames a second. <https://www.youtube.com/watch?v=6KKNnjFpGto>. [Tykjen](#). Publicado o 18 nov. 2010. Visualizacións > 1.6 millóns

³ What is Surface Tension? |Richard Hammond's Invisible Worlds.| Earth Lab. <https://www.youtube.com/watch?v=5NCONr3VSAY>. [BBC Earth Lab](#). Publicado o 22 nov. Visualizacións:> 27.000.

para bebidas. Debido a súa enorme cadencia de produción (1.800 botes/minuto),⁴ é imposible ver que está realmente ocorrendo durante a súa fabricación. A ralentización do proceso mediante as cámaras ultrarrápidas permite comprender cada detalle do mesmo. Ademais, tamén é necesario considerar a escasa probabilidade de visitar personalmente un centro de produción.

En relación cos elementos químicos, as súas propiedades e usos, é particularmente recomendable a serie de vídeos producidos por Brady Haran e realizados na Universidade de Nottingham.⁵ O vídeo sobre o hidróxeno⁶ foi visitado máis de 1,6 millóns de veces e o do torio⁷ máis de 650.000 veces. Facendo referencia a estes enormes números, o científico e profesor Martyn Poliakoff, presentador dos vídeos, afirma: *"Con algunhas horas de traballo, ensinei a moitos mais alumnos que os que puideren atender personalmente durante toda a miña carreira. É fantástico"*. É dicir, a rede ten a capacidade de chegar a todo o planeta o que permite unha fluidez de ideas casi instantánea, ou dito doutro modo, podemos disfrutar en tempo real dunha fermosa idea nada en calquera rincón. O vídeo principal da serie ("Exploding Hydrogen bubble")⁸ resume outros aspectos positivos. Destacamos o seguinte:⁹ rechen burbullas de xabón con gas hidróxeno que ao ascender se atopan cunha chama (aínda que a maioría erran o impacto). Debido a que a presión no interior da burbulla depende inversamente do radio da mesma, se as burbullas son suficientemente grandes, a presión do hidróxeno é bastante baixa, casi igual á da presión atmosférica. Cando unha destas burbullas golpea á chama e se incendia, aínda que se expande un pouco, o gas que se queima, cunha chama laranxa, continúa movéndose cara arriba, conservando a forma esférica da burbulla. Noutros experimentos (tamén filmados) nos que explotaban

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=V7Y0zAzogY>

⁵ Poden localizarse en www.youtube.com/periodicvideos o en www.periodicvideos.com.

⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=6rdmpx39PRk>

⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=2yZGcr0mpw0>

⁸ Exploding Hydrogen Bubbles. <https://www.youtube.com/watch?v=d49TzVF1gmY>. Visualizacións: > 842.000

⁹ We have done some really nice experiments with bubbles containing hydrogen gas using our slow-motion camera. The experiment was really quite simple. Up here we had the burning spill just a piece of wood like a large match and underneath we had a bubble blowing kit just like this and we blew hydrogen gas roots because hydrogen gas is lighter than air the bubbles flew up towards the flame. For me one of the most surprising things was how hard it is to hit a flame with a hydrogen bubble. Most of our bubbles missed and they floated up reasonably slowly and you have to remember that a small bubble has a higher pressure of gas inside it than the big bubble. So if you have a big bubble the pressure is pretty low, almost the same as atmospheric pressure but what this means is that if you burst the bubble isn't under pressure and doesn't expand very rapidly. One of the things that I thought was interesting is that when a bubble catches fire the burning gas continues to move up almost the same shape as the bubble. It expands a little bit but it continues upwards and the other point that we saw from these bubbles is that even though the soap has disappeared very quickly the gas still burns with an orange flame. I think that's interesting because it shows that the gas is still experiencing a buoyant effect and the rising up and the fact that it suddenly goes to a very high temperature does not really seem to change the rate which it goes up. Look This one's quite fun. It's double (pareja) just like a hydrogen molecule. I was expecting that this would burst twice as much as a single bubble but you see is more or less the same. so you can't always predict what's going to happen. So it was quite an anti-climax. It's quite nice to burn a hydrogen molecule containing hydrogen. We've done several videos about burning of hydrogen balloons and whether it's the rubber that causes the colour or it is the gas. So just watch this bubble because it comes up and hits the spill where it's not burning and the bubble bursts. So you have hydrogen gas which is completely free and it goes up into the flame and it burns with the same orange colour. So we have a really a nice example which shows that hydrogen gas when it's not contained anything will still burn with an orange colour and almost certainly this is because the hydrogen and the oxygen are not properly mixed. So we were completely wrong that the rubber could possibly have caused the orange colour and it's always good to be wrong it shows that you're learning something. I think the really important demonstration from the understanding of gases is how slowly gases spread in air. So even if you have some hydrogen that is not confined by anything it really takes quite a long time for the hydrogen to spread out and so this if you like challenges our idea that gases and things mix very quickly. Of course eventually all gases will mix but on the timescale of the video everything is pretty slow and so it is important to learn these lessons and to see how things behave. what we on periodic videos want to do is to try and show you things which make you think and realize the real world is slightly different from what you expect. I really enjoyed watching this footage and I'm sure I missed some quite interesting things so I'd really like all of you to watch this videos and if you can notice some extra effects some other lessons that we can get out of them tell us about them in the comments if it's something interesting we'll try and make another video.

globos inchados con hidróxeno gas, indicaran que a cor laranxa da chama que se observa "...podería ser causada pola goma. Así que é bo estar equivocado porque iso demostra que estás aprendendo algo". O Prof. Poliakov conclúe o vídeo afirmando o seguinte: "*Realmente gocei vendo este vídeo e estou seguro de que me perdín algunhas cousas moi interesantes. Gustaríame que cando vexan estes vídeos, se detectan algúns efectos adicionais ou algunhas outras leccións que podamos aprender, fágannolo saber nos comentarios e, se é algo interesante, tentaremos facer outro vídeo*". Toda unha declaración de intencións.

Tampouco é allea a posibilidade de dramatizar a un científico na procura dunha resposta. Así, no vídeo "*C.2.1 & C2.3- Mendeleev and the Modern Periodic Table*",¹⁰ se dramatiza ao científico ruso. Mendeleev era un fanático xogador de cartas, feito que no vídeo relaciónase co desenvolvemento da súa idea da Táboa Periódica xa que escribía en tarxetas individuais o símbolo do elemento químico e o seu peso atómico. No vídeo, vese ao actor que fai o papel de Mendeleev xogando ás cartas e ordenando as tarxetas dos elementos químicos de distintas maneiras. Despois de tres días e tres noites, esgotado, foi a durmir e, mentres durmía, comezou a ver o ordenamento que estaba buscando. Isto lembra o soño de Kekulé e o descubrimento da estrutura do benceno. Para a ciencia que importante é durmir!... despois de traballar ata a extenuación. Por certo, existe vodka, marca Mendeleev coa Táboa Periódica na etiqueta.¹¹

Nalgúns casos, o vídeo faise practicamente insubstituíble. Así, no vídeo referido ao torio, Poliakov afirma que este é o elemento máis difícil de conseguir. Lembremos que é radioactivo, e non se vende en calquera esquina. Por tanto, o vídeo non só pode ser unha ferramenta que podemos utilizar na didáctica, senón que pode ter un valor didáctico por sí mesmo. E, que dicir do plutonio¹² e outros elementos radiactivos? Parte do vídeo que citamos foi filmado nun laboratorio específico nuclear británico. Merece a pena non perder toda a información que fornece.

A permanencia do vídeo na canle *YouTube* asegura a súa potencial visualización, mesmo por espectadores que non nacesen no momento de ser filmado e publicado na rede. No campo que nos ocupa da Táboa Periódica, un interesante exemplo o constitúe o vídeo primixenio de Tom Lehrer (*vide infra*).¹³ O vídeo foi subido á rede en maio de 2007, segue sendo visitado con asiduidade e versionado en múltiples ocasións. Lembremos que a data de fundación de *YouTube* foi o 14 de Febreiro de 2005, en San Mateo, California. É dicir, é tan só dous anos máis antigo que o vídeo que nos ocupa.

Como adiantabamos, outra característica é que o vídeo, ou a filmación, fainos accesible algo que polas súas características ou a súa localización distante non o é, polo menos dun modo masivo. Exemplos amplamente divulgados poden ser os vídeos de David Attenborough sobre as termitas, no que se pode

¹⁰ C.2.1 & C2.3-Mendeleev and the Modern Periodic Table. <https://www.youtube.com/watch?v=oylTOhzpJL4>. TU vids. Publicado o 7 de outubro de 2013. Visualizacións: 31.796. Duración: 4min1s

¹¹ Vodka. <https://www.youtube.com/watch?v=-PKsKqQHd3U>. Periodic Videos. Publicado o 27 de setembro de 2010. Visualizacións: 450.104. Duración: 3min53s.

¹² Real Plutonium. <https://www.youtube.com/watch?v=89UNPdNtOoE>. Periodic Videos. Publicado o 5 de xullo de 2012. Visualizacións: 6.957.903. Duración: 16min44s.

¹³ Elements by Tom Lehrer. <http://es.youtube.com/watch?v=SmwIzwGMMwc>. *Useless Bay Films*. Publicado o 5 maio de 2007. Visualizacións: 1.365.303. Duración 1min58s

Na presentación indica: "Now, if I may digress momentarily from the main stream of this evenings simposium, I'd like to sing a song which is completely pointless, but which is something I picked up during my career as scientist. This may prove useful to somebody some day perhaps in a somewhat bizarre set of circumstances. It's simply the names of the chemical elements, set to a possibly recognizable tune". A metade da canción sinala: "Isn't that interesting? I knew you would. I hope you're all taking notes, because there's going to be a short quiz next period".

ver a posta de ovos pola raíz e a súa retirada polas obreiras,¹⁴ ou sobre as formigas¹⁵, este último filmado na montaña do Xura en Suíza. Cara ao final do vídeo se comentan as dificultades asociadas á filmación, incluíndo as inclemencias do tempo, a necesidade de utilizar cámaras especiais, a apreciación do universo á escala das formigas, ou a duración do proceso de filmación superior a 100 días. Moi recomendables ambos vídeos.

Quizá debésemos comezar a nosa viaxe co vídeo "*The Periodic Table Table*"¹⁶. Sen a existencia do vídeo, como poderían os máis de 26.000 visitantes do mesmo acceder á oficina de Theodore Gray? Non hai erro algún na repetición de "*Table*" no título ! A súa tradución ao galego fai perder a súa graza. E é que Gray construíu unha *Table*, perdón unha mesa !, de madeira, cun acabado excepcional, cuxa superficie horizontal está ocupada por pequenas tapas cadradas que se corresponden cos elementos da Táboa Periódica. Aínda que algúns elementos químicos están depositados noutros puntos do cuarto, incluíndo unha caixa forte para os máis valiosos, debaixo de cada tapa ten unha mostra do elemento correspondente. Gray comenta no vídeo distintos aspectos da súa *Table*. Por exemplo, ao levantar a placa do hidróxeno, indica que, sendo un gas, ten un pequeno frasco de aspirina que no seu día estivo recheo de hidróxeno real, pero que agora mostra unha chave electrónica cunha "*H*", símbolo do hidróxeno, que corresponde ao *Hotel Hidróxeno*. Refírese ao volframio como tungsteno, ao titanio como o seu elemento máis querido e amosa un precioso cristal de bismuto. Deste xeito, fai un fermoso percorrido pola súa *Periodic Table Table*.

Nesta mesma liña de acceder ao recóndito está o vídeo "*Element Collector-Periodic Table of Videos*"¹⁷ presentado polo Prof. Poliakov quen visita a un coleccionista de elementos químicos. Se comentan mostras de osmio, volframio e o tóxico talio, se indica que o rodio é dez veces máis caro que o ouro e se define ao bromo como o "*elemento de Houdini*", pola súa capacidade de "escapar" do frasco de vidro no que foi envasado. O coleccionista valora a súa colección entre 10 e 15 mil dolars .

Outra das características dos vídeos é a capacidade de actualización, ben da imaxe ou da banda sonora. As múltiples versións sobre a canción de Tom Lehrer así o demostran. Tamén é o caso do vídeo "*The Periodic Table Song*" de AsapSCIENCE (*vide infra*) referente ao nome dalgúns elementos químicos.

O autor de cada vídeo pode, en poucas liñas, facer unha presentación do tema ou do tratamento do mesmo. Ademais dos "👍" ou "👎", os espectadores poden engadir comentarios sobre o vídeo, aspecto que pode ser utilizado como medio de crítica ou de inserción de información complementaria. Máis abaixo veremos algúns exemplos. Desafortunadamente, en ocasións a grosería nos comentarios non está ausente. O número de visualizacións tamén nos proporcionan información sobre o interese que desperta un determinado tema ou o atractivo da súa exposición e a oportunidade da súa publicación.

Salvo que nos estendésemos máis do razoable, non podemos dedicar, nin sequera un parágrafo a todos e cada un dos elementos químicos da Táboa Periódica. Por tanto, o que a continuación expoñemos debe considerarse un achegamento a todo o que pode atoparse en *YouTube*, que pode servir de guía do que calquera lector interesado pode buscar e conseguir. Ademais, o número de vídeos subidos non deixa de crecer cada día (así como o número de visualizacións), polo que os datos recolleitos nos pés de páxina e os vídeos consultados están limitados aos primeiros días de decembro de 2018.

¹⁴ Termite World/ Life in the Undergrowth/ BBC. https://www.youtube.com/watch?v=xGaT0B_2DM. BBC Studios. Publicado o 3 de novembro de 2008. Visualizacións: 910.436. Duración: 6min43s.

¹⁵ Attenboroughs and the Empire of the Ants 2018| Ant Documentary| BBC. <https://www.youtube.com/watch?v=RdPsVpD6b08>. Blade. Publicado o 23 de febreiro de 2018. Visualizacións: 412.516. Duración: 59min3s.

¹⁶ The Periodic Table Table. <https://www.youtube.com/watch?v=KyKEY01Lm5o>
Reactions. Publicado o 26 de decembro de 2017. Visualizacións: 26.179. Duración: 5min8s.

¹⁷ Element Collector-Periodic Table of Videos. <https://www.youtube.com/watch?v=G9rH20IOE1c>. Periodic Videos. Publicado o 15 de xaneiro de 2010. Visualizacións: 323.674. Duración: 5min59s

2. EXPOSICIÓNS CLÁSICAS

En relación coa Táboa Periódica algúns vídeos fan unha presentación que poderíamos denominar clásica. É dicir, aseméllanse, ou mesmo reproducen, o esquema didáctico tradicional nunha aula. Citemos tan só algúns exemplos. No vídeo "*Química: Introducción á Táboa Periódica*",¹⁸ entre outras afirmacións se asevera "*A Táboa Periódica é a máis poderosa ferramenta da que dispoñen os químicos para organizar a información. Sen ela, a Química sería unha mestura caótica e confusa de observacións aparentemente azarosas*". Amósanse imáxenes históricas das distintas formas da Táboa Periódica ao longo dos anos, incluíndo a da Figura 1.

Similar ao anterior é o vídeo "*Periodic Table Explained: Introduction*"¹⁹ no que se resalta que "*a Táboa Periódica é o alfabeto do universo. Do mesmo xeito que as letras do alfabeto permiten construír todas as palabras do noso idioma, a Táboa Periódica é unha lista de elementos que permiten construír todas as substancias do universo*" e que "*a Táboa Periódica resume unha gran cantidade de información nun espacio reducido*". Pero se cabe, o exemplo máis xenuíno deste grupo é o vídeo "*Química – Táboa periódica [HD]*" do profesor A. Jaime Ascencio²⁰ quen inicia a seu disertación coas leis das triadas (Johann Wolfgang Döbereiner),²¹ das octavas (de John Alexander Reina Newlands)²² e o ordenamento por orde crecente da masa atómica de forma helicoidal debida ao xeólogo francés Alexandre-Antoni Béguvier de Chancourtois publicada en 1862.²³ É destacable que despois de citar a *Mendeleiev* (tal e como o escribe) cita a Julius Lothar Meyer indicando que "*construíu unha táboa semellante pero en función do volume atómico*". Poucos vídeos mencionan ao químico alemán. Non é o caso do vídeo "*Historical development of Periodic Table*"²⁴ no que se fai referencia aos 56 elementos ordenados por el. Outra referencia á historia da Táboa Periódica pode verse no vídeo "*History of Periodic Table Animation*",²⁵ comentando as deficiencias dos primeiros intentos de clasificación. Desafortunadamente, non fai referencia a Meyer. Finaliza o vídeo mencionando o traballo fundamental de Henry Moseley. No vídeo "*Atomic Discoveries- Dmitri Mendeleev and Henry Moseley*"²⁶ faise unha presentación conxunta de ambos científicos que "*ordenaron os elementos químicos dun xeito periódico, conducindo á búsqueda de novos elementos por todo o planeta*". Pola importancia histórica de seus

¹⁸ Química: Introducción a la Tabla Periódica. <https://www.youtube.com/watch?v=PsW0sGF5EBE>.

Socratica Español. Publicado o 11 de outubro 2015. Visualizacións: 314.178.

¹⁹ Periodic Table Explained: Introduction. <https://www.youtube.com/watch?v=uPkEgAHo78o>.

AtomicSchool. Publicado o 6 de abril de 2014. Visualizacións: 1.254.119. Duración 14 minutos.

²⁰ QUIMICA - Tabla periódica [HD]. <https://www.youtube.com/watch?v=zzoeaMOizzU>.

VON NEUMANN. Publicado o 25 agosto de 2015. Visualizacións: 104.692. Duración 23min20s

²¹ Ley de la Triadas. https://www.youtube.com/watch?v=tex_D_vLmxw. Francisco Muñoz. Publicado el 19 de agosto de 2017. Visualizacións 4.644. Duración: 48s.

²² Ley de las octavas. <https://www.youtube.com/watch?v=SSKQJEXMqYg>. farwonderland. Publicado o 24 de maio de 2014. Visualizacións: 3.845. Duración: 16s.

Newlands comparou as octavas dos elementos químicos coas octavas da música.

²³ Chancourtois. <https://www.youtube.com/watch?v=RKa8y4AFpTo&t=18s>. PUN Z. Publicado o 14 de setembro de 2015. Visualizacións: 2.324. Duración: 1min30s.

²⁴ Historical development of Periodic Table. https://www.youtube.com/watch?v=1sPq08Cs7_M. SPM A Malaysia IPTV. Publicado o 26 de agosto de 2014. Visualizacións: 14.873. Duración: 2min22s.

²⁵ History of Periodic Table Animation. <https://www.youtube.com/watch?v=I5H1SeepnaU>. SKY HI-TECH. Publicado o 12 de xuño de 2016. Visualizacións: 234.438. Duración: 6min37s.

²⁶ Atomic Discoveries- Dmitri Mendeleev and Henry Moseley. <https://www.youtube.com/watch?v=aA4eupXF9G0>. Majd Nawar. Publicado o 13 de setembro de 2017. Visualizacións: 1024. Duración: 5min32s.

experimentos con raios-X e a Taboa Periódica cabe resaltar a dramatización do espectrómetro de Moseley.²⁷ A recreación é muda. Dos seus artigos orixinais^{28,29} destacamos as seguintes afirmacións:³⁰

- A prevalencia de liñas debida a impurezas suxire que isto podería constituír un poderoso método de análise química. A súa vantaxe sobre outros métodos espectroscópicos ordinarios reside na simplicidade do espectro e na imposibilidade de que unha sustancia enmascare a radiación doutra. Mesmo pode conducir ao descubrimento de elementos descoñecidos, sendo tamén posible predicir a posición das súas liñas características.
- Este número enteiro, o número atómico do elemento, identifícase co número de unidades positivas de electricidade contidas no núcleo atómico.
- Os elementos coñecidos se corresponden con todos os números entre 13 e 79 excepto tres. Hai aquí tres posibles elementos para ser descubertos.

²⁷ Henry Moseley's X-ray Spectrometer. <https://www.youtube.com/watch?v=UTp9jAQPf7c>. Museum of the History of Science. Publicado o 14 de xullo de 2015. Visualizacións: 15.281. Duración: 5min28s.

Imaxes: En 1913, un destacado xoven físico utilizou un inxenioso aparato, de seu propio deseño, para cambiar significativamente o mundo da ciencia. Descubriu que a identidade de cada elemento está determinada unicamente polo número de protóns do núcleo. Seu nome era Henry 'Harry' Moseley. Harry usou raios X para analizar as propiedades dos elementos dun xeito novo e emocionante. Aquí recreamos o aparato que usou para descubrir e demostrar a súa brillante idea (Figura A). Harry xenerou os raios X característicos de cada elemento e os analizou nun espectrómetro. Ao rotar as bobinas, Harry podía mover o carro portador da mostra hacia a esquerda ou a dereita. Como fonte de alimentación utilizou unha bobina de inducción. Harry colocaba as mostras que quería investigar no tubo de raios X e creaba vacío evacuando o aire do tubo de raios X e do espectrómetro. Harry fixo uso do fenómeno físico de que cando electróns enerxéticos golpean un elemento, xeneran raios X con lonxitudes de onda características (Figura B). Estas diferentes lonxitudes de onda conducían a diferentes ángulos de reflexión no cristal situado no centro do espectrómetro. Entón, cando dous feixes de raios X distintos golpeaban unha placa fotográfica, creaban dúas liñas (Figura C). A posición angular e a separación destas liñas son únicas para cada elemento. Estes valores axudaron a Harry a calcular a lonxitude de onda dos feixes e o número de protóns no núcleo do elemento. Co seu aparato, Harry predicíu a existencia de catro novos elementos e tamén descubriu que o número atómico se correlacionaba co número de protóns no núcleo. Así creou unha nova comprensión da Táboa Periódica dos Elementos, que continúa influenciando as nosas vidas na actualidade. Pero que pasou con este xoven físico prometedor? Cando comezou a Primeira Guerra Mundial, Harry sentíu o deber de servir ao seu país e alistouse no exército británico. Morreu en acción o 10 de agosto de 1915 en Gallipoli, Turquía, con só 27 anos. Algúns científicos suxiren que Harry tería recibido o Premio Nobel se non morrera na guerra.

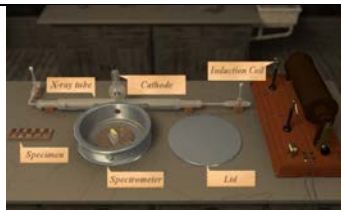


Figura A. Recreación do aparato deseñado por Harry Moseley



Figura B. Recreación dos raios-X xenerados no equipo incidindo sobre a placa fotográfica

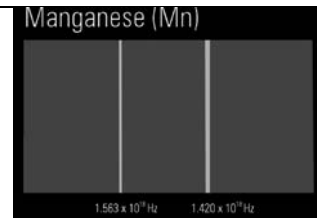


Figura C. Liñas espectrais rexistradas para o Manganese.

²⁸ H.G.J. Moseley M.A. (1913) XCIII. *The high-frequency spectra of the elements*, The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 26:156, 1024-1034, DOI: [10.1080/14786441308635052](https://doi.org/10.1080/14786441308635052).

²⁹ H. G. J. Moseley, M. A. LXXX The High-Frequency Spectra of the Elements. Part II. *Philosophical Magazine*: (1914) 27, 703.

³⁰ Para a descripción dalgúns episodios dos primeiros tempos da espectroscopía de raios X recomendamos o artigo de L. Gerward, The dawn of X-ray spectroscopy. *X-Ray Spectrom.* **2013**, 42, 343-348.

Son salientables as presentacións publicadas por *Science Office*³¹ (nas que se menciona a composición de diversos produtos cotiáns e a estrutura atómica dos elementos e tamén constrúe a Táboa Periódica emulando o famoso xogo de Tetris) e "*Atomic Structure meets the Periodic Table*".³² Neste vídeo, dende o primeiro momento conecta a periodicidade observada na Táboa coa estrutura electrónica dos elementos, e vai construíndo, dun modo visual, a estrutura atómica de cada elemento pola súa localización na Táboa Periódica.

The image shows a handwritten manuscript by Dmitri Mendeleev titled "Essai sur le système des éléments". The main part of the page is a table of elements, organized into groups and periods. The elements are listed with their atomic weights and chemical symbols. The table is written in French. There are several handwritten notes and a small diagram of the periodic table structure. The diagram shows the arrangement of elements into groups and periods, with some elements highlighted in a box. The text is written in a cursive hand.

Figura 1. "Ensaio sobre o sistema dos elementos" de Dmitri Ivanovich Mendeleev. Tomada da referencia³³.

O vídeo "*Como ubicar un elemento en la tabla periódica*"³⁴ indica que para a localización dun elemento debe coñecerse a súa configuración electrónica, polo que divide a Táboa Periódica en bloques ("s", "p", "d" e "f") que se corresponden cos últimos electróns de cada elemento. Como exemplo de resolución, entre outros, mostra a que período e a que grupo pertence o elemento con $Z=20$. Coa regra das diagonais determina que a configuración electrónica é $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 s^2$ e, por lo tanto, o elemento atópase no cuarto período e no grupo AII.

³¹ The (truly) Periodic Table. <https://www.youtube.com/watch?v=xd4-Uy2FLWc>. Science Office. Publicado o 12 de marzo de 2014. Visualizacións: 196.889. Duración: 7min3s.

³² Chemistry Tutorial: Atomic Structure meets the Periodic Table. https://www.youtube.com/watch?v=3_FJIpKgdV4. AtomicSchool. Publicado o 5 de novembro de 2013. Visualizacións: 200.600. Duración: 8min 17s.

³³ "The Mendeleev Archives and Museum of the Leningrad University". V. A. Krotikov, *J. Chem. Educ.* **1960**, 37, 625-8.

³⁴ Como ubicar un elemento en la tabla periódica. <https://www.youtube.com/watch?v=ufheXcNpJTs>. Academia Internet. Publicado o 14 de febreiro de 2015. Visualizacións: 166.981. Duración: 12min49s.

Nunha liña similar ao anterior, está o vídeo "*Números cuánticos e configuración electrónica / Química Inorgánica*"³⁵. Neste caso, introduce os tres orbitais "p", os cinco orbitais "d" e os sete orbitais "f", así como os números cuánticos magnético e de spin. Utiliza como exemplos os elementos Z=11, Z=22 e Z=60.

Na liña dunha docencia clásica, similar á utilización en clase dunha pantalla dixital, está o vídeo "*La Tabla Periódica. Clasificación de los elementos*".³⁶ Sobre unha Táboa Periódica, numera os grupos, os períodos e os compoñentes dos grupos. Recolle que os metais alcalinos son moi reactivos, e os alcalinotérreos, aínda que menos reactivos que os anteriores, na natureza só se atopan combinados con outros elementos. Os metais son bos condutores da electricidade e da calor, que non é o caso dos non-metais. Os halóxenos son non-metais moi reactivos e corrosivos, ao contrario que os gases nobres que son pouco reactivos. Unha liña en zig-zag separa os metais e os non-metais, e define os metaloides. É todo. O vídeo "*QUIMICA Tabla periódica actual-Clasificación de los elementos químicos*"³⁷ é outro exemplo.

Finalicemos este apartado co vídeo "*The Periodic Table: Crash Course Chemistry #4*"³⁸ no que se califica a Táboa Periódica como "*unha das fazañas supremas do pensamento humano*". Comeza coa historia persoal de Mendeleev, quen acaba por ser "*a xoia da coroa da ciencia rusa e o teórico que revolucionou como vemos o mundo*" e cualifícao como o "*Mestre dos Elementos*". Menciona algúns aspectos que xa vimos noutros vídeos e que non repetiremos. Presenta a Táboa Periódica por grupos: metais alcalinos, metais alcalinotérreos, os metais de transición, salta aos halóxenos, e retorna aos catro grupos anteriores que comprenden metais, metaloides, gases e non metais. Abaixo, nas súas propias illas, están os lantánidos e os actínidos e, finalmente, os gases nobres. Continúa coa afirmación "*e, como sabemos agora, a periodicidade dos elementos é un fenómeno físico. É unha función dos electrones [e como se ordenan]*". Tamén fai referencia á Táboa espiral, ou cilíndrica de Chancourtois. Mostra como sería a Táboa Periódica se os lantánidos e actínidos non fosen debuxados aparte.

3. VÍDEOS MUSICAIS

Na letra da música rexistrada no vídeo "*Mendeleev Song*"³⁹ réndese unha homenaxe ao científico ruso, destacando as súas aportacións ao ordenamento dos elementos químicos coñecidos na época, a

³⁵ Números cuánticos y configuración electrónica | Química Inorgánica. <https://www.youtube.com/watch?v=2Svo6cg90BA>. Profesor Particular Puebla. Publicado o 15 de abril de 2018. Visualizacións: 462.838. Duración: 16min33s

³⁶ La tabla periódica. Clasificación de elementos. https://www.youtube.com/watch?v=YJ-XDj_KrHY. KhanAcademyEspañol. Publicado o 9 de agosto de 2015. Visualizacións: 658.743 Duración: 11min5s.

³⁷ QUIMICA Tabla periódica actual - Clasificación de los elementos químicos. <https://www.youtube.com/watch?v=65dDwvVHAv0>. Qumitube. Tu libro de Química. Publicado o 15 de agosto de 2012. Visualizacións: 595.949. Duración: 8min53s.

³⁸ The Periodic Table: Crash Course Chemistry #4. <https://www.youtube.com/watch?v=0RRVV4Diomg>. CrashCourse. Publicado o 4 de marzo de 2013. Visualizacións: 3.818.020. Duración: 11min21s.

³⁹ Mendeleev Song. <https://www.youtube.com/watch?v=kuQ0Um4Wcz0>. jmburt11. Publicado el 10 de junio de 2010. Visualizacións: 101.336. Duración: 2.49.

Letra: He was born in Russia in 1834// Hard work as a youth, opened up the college doors//He always tried to be the best that he could be and chose to make his mark in Chemistry. Who told the elements where to go, Mendeleev! Who put them in columns and in rows, Mendeleev! Who was ready, who was able to make our Periodic Table. Who was that chemist, Mendeleev! He wondered if nature really had a master plan, if the elements had a pattern that one could understand. So he bought a bunch of cards and on each one wrote the name of an element and its weight and then he plaid the game. He put them all in order by their atomic weights, use their chemical properties to..... Groups began to form and despite some question marks, he managed to produce a simple periodic chart. Who told the elements where to go, Mendeleev! Who put them in columns and in rows, Mendeleev! Who was ready, who was able to make a Periodic Table, Who was that Chemist, Mendeleev! At first in 1869, the chart was not a hit but that young Russian chemist was not the kind to quit. He revised atomic weights and staked his whole career predicting that several new elements it would appear. For a few years passed and sure enough they came Gallium, Scandium Germanium were their names. Chemists

predición da existencia dos elementos químicos galio, escandio e xermanio, así como o recoñecemento ao seu labor poñendo o nome de Mendeleev ao elemento químico 101.

O vídeo musical máis clásico referido á Táboa Periódica corresponde á canción "The Elements" cuxa letra foi escrita nos anos cincuenta por Tom Lehrer. A melodía corresponde á canción "*I Am The Very Model Of A Modern Major-General*" da ópera bufa "*The Pirates of Penzance*".⁴⁰ Foi composta por Sir Arthur Sullivan e estrenada en Nova York o derradeiro día do ano 1879 (dez anos despois da publicación da Táboa Periódica de Mendeleev". Nunha publicación anterior⁴¹ xa transcribimos a letra de Tom Lehrer que se limita, coa excepción do último parágrafo a nomear os elementos químicos nunha orde que simplemente obedece á rima e á métrica da canción. Interpretou a canción en directo en moitas ocasións e diferentes lugares, acompañándose a si mesmo ao piano. A aquí recomendada⁴² ten algúns comentarios xocosos do propio Tom Lehrer como indicar á audiencia que "*espera que tomasen notas, porque lles vai poñer un exame*". O ritmo é trepidante e a letra tórnase vertixinosa ao chegar aos gases nobres e subseguintes elementos. As moitas versións animadas presentan os nomes dos elementos, fotos de elementos, ou iluminan o símbolo da Táboa Periódica cando o elemento é nomeado. Entre outras versións podemos mencionar a publicada en xaponés en 2010.⁴³

David Newman escribiu a música e a letra do vídeo "*These are the Elements*"⁴⁴ no que se presentan os elementos en orden crecente do número atómico. Na pantalla van aparecendo os nomes e os símbolos dos elementos, así como algunha frase intercalada sin maior información. Ofrece una versión para Karaoke. Con todo no vídeo "*New Periodic Table Song*",⁴⁵ ademais do nome e do símbolo, Brainy Angels ofrece fotografías e imaxes referidas a algunhas das aplicacións máis comúns do elemento. Por exemplo, globos inchados para o helio, un diamante para o carbono, laser para o neón, purificación da auga para o cloro, etc. Se repiten algunhas imaxes para varios elementos.

Con certo aire musical centroeuropeo, *victorianorman* publicou o vídeo "*Memorize the Elements New Song, periodic table*".⁴⁶ Como noutros moitos casos, as imáxenes ofrecidas son simplemente o nome, o

everywhere were impressed with what they saw, there really must be something to this Periodic Law. Who told the elements where to go, Mendeleev! Who put them in columns and in rows, Mendeleev! Who was ready, who was able to make a Periodic Table. Who was that Chemist, Mendeleev. So they call him the father of the Periodic Table and his word gave rise to another kink of lable, it's the name for element number 101 in honor of this man they call it Mendeleevium. And who told the elements where to go, Mendeleev! Who put them in columns and in rows, Mendeleev! Who was ready, who was able to make a Periodic Table, who was that Chemist, Mendeleev!

⁴⁰ Major-General's Song from The Pirates of Penzance - live and with lyrics! <https://www.youtube.com/watch?v=Rs3dPaz9nAo>. Publicado o 24 de xuño de 2015. Visualizacións: 372.605. Duración: 3min28s.

⁴¹ Táboa Periódica Pop. M. A. Gómez Doval, A. Jover, J. Vázquez Tato, *Boletín das Ciencias*, **2009**, 67, 201.

⁴² Elements by Tom Lehrer. <http://es.youtube.com/watch?v=SmwIzwGMMwc>. *Useless Bay Films*. 1.365.303 visualizacións. Publicado el 5 may. 2007. Duración 1min58s

Na presentación indica: "Now, if I may digress momentarily from the main stream of this evenings simposium, I'd like to sing a song which is completely pointless, but which is something I picked up during my career as scientist. This may prove useful to somebody some day perhaps in a somewhat bizarre set of circumstances. It's simply the names of the chemical elements, set to a possibly recognizable tune". A metade da canción sinala: "Isn't that interesting? I knew you would. I hope you're all taking notes, because there's going to be a short quiz next period".

⁴³ 元素 (The Elements Song in Japanese). <https://www.youtube.com/watch?v=ljsUVDOcYB0>. *Theodore Gray*. Publicación: o 8 outubro de 2010. Visualizacións: 750.000. Duración: 2min25s.

⁴⁴ These are the Elements. <https://www.youtube.com/watch?v=xQu2eSeM66o&index=7&list=RDCAnOUwPfhIk>. David Newman. Publicado o 9 de febreiro de 2011. Visualizacións: 760.641. Duración: 3min18s.

⁴⁵ NEW Periodic table song - All 118 chemical elements - Hydrogen Oxygen Chemistry. https://www.youtube.com/watch?v=L8F_ZReuv78&list=RDCAnOUwPfhIk&index=16. Brainy Angels. Publicado o 2 de novembro de 2016. Visualizacións: 75.229. Duración: 3min25s.

⁴⁶ Memorize the Elements New Song, periodic table. https://www.youtube.com/watch?v=ycl_nBLQfkg *victorianorman*. Publicado o 30 de setembro de 2018. Visualizacións: 446. Duración: 5min14s.

símbolo e o número atómico do elemento, e na letra, o elemento é nomeado despois de dicir o número atómico

Existen vídeos con presentacións musicais dirixidas especificamente a nenos. *Kids Learning Tube* publicou varios que se irán vendo ao longo deste artigo. No que aquí nos ocupa⁴⁷ a letra fai referencia aos átomos como as partículas máis pequenas dun elemento, e que constitúen os ladrillos de todas as cousas do universo, incluíndo aos humanos. O centro denomínase núcleo, constituído por neutróns (sen carga eléctrica) e protóns (cunha carga positiva cada un). O número destes é distinto para cada elemento e determina as súas propiedades físicas. A continuación pasa a falar dos electróns, que posúen carga negativa e rodean ao núcleo (como planetas ao redor da súa estrela). Protóns e electróns se atraen mutuamente e "ao mirar a Táboa Periódica podes ver os elementos que constitúen todo na galaxia" e lese dende arriba cara á dereita, ten sete liñas horizontais chamadas períodos e verticalmente ten 18 columnas denominadas grupos. En cada barcal, correspondente a un único elemento, vese o nome do elemento, o seu símbolo, o número atómico (igual ao número de protóns) e a masa atómica. Hai dez grupos diferentes de elementos: o primeiro ten seis elementos metálicos, os alcalinos; os alcalinotérreos, os lantanoides, os actinoides, os metais de transición e post-transición, os metaloides, os non-metais, os halóxenos e os gases nobres. Así que, remata, xa coñecemos o básico da Táboa Periódica. Un recente vídeo de inusual longa duración (>47 min)⁴⁸, inclúe o vídeo anterior e engade todos e cada un dos elementos. Esta segunda parte corresponde a vídeos que degranamos noutro apartado.

No vídeo "*Meet the Elements. They Might Be Giants*",⁴⁹ os elementos van sendo presentados sen orde, e resaltando algunhas características, propiedades ou aplicacións dos mesmos. Por exemplo, informan que o silicio e o osíxeno forman SiO_2 que é un compoñente fundamental para facer vidro; que o carbono, o hidróxeno e o osíxeno, na proporción $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, forman o azucre; o carbono e o hidróxeno forman os alcanos (como o propano); que as estrelas están formadas fundamentalmente por hidróxeno, que algún día será o combustible dos nosos coches; que os elementos son os constituintes de todos os seres vivos e que o corpo humano ten un 65% de osíxeno, 10% de hidróxeno, 18% de carbono e 3% de nitróxeno.

A Táboa Periódica non é allea ao fenómeno Rap. O vídeo "*Element Rap*"⁵⁰ pretende axudar aos estudantes de Química a memorizar os primeiros vinte elementos da Táboa Periódica. O vídeo

⁴⁷ Periodic Table Song/Periodic Table for Kids.

<https://www.youtube.com/watch?v=QP0uQR7A1WQ&list=RDcAnOUwPfhIk&index=22>. *Kids Learning Tube*. Publicado o 26 de marzo de 2016. Visualizacións: 560.164. Duración: 4min5s.

⁴⁸ Periodic Table of Elements Song/Periodic Table Song/Periodic Table.

https://www.youtube.com/watch?v=k_9KTww6DiU. *Kids Learning Tube*. Publicado o 22 de abril de 2018. Visualizacións: 197.358. Duración: 47min32s.

⁴⁹ Meet the Elements - They Might be Giants. <https://www.youtube.com/watch?v=nTMat-re0bg>.

Publicado o 19 de outubro de 2011. Visualizacións: 2.370. Duración: 3min23s.

⁵⁰ Element Rap. <https://www.youtube.com/watch?v=cAnOUwPfhIk>

Carey Evans. Publicado el 30 de setiembre de 2010. Visualizaciones: 673.607. Duración, 2:59
 Letra: <Chorus> We can't pretend that the elements// are organized so randomly. // Think about the Electrons, Electrons, Electrons, Electrons// Families- Similar properties are found vertically// With the same valence// Electrons, Electrons, Electrons (Chorus>. // Atomic numbers, count'em 1, 2, 3, //organize a table periodically// Goin'Up and Down// Similar Properties// Families are tight,// Elements are Easy// A period is just a term for a row// They have the same shell// where the electrons go// But these elements ar just no the same.// Sicence is so cool, // The other subjects lame// Hydrogen is number one,// It's only got one Valence Electron// Then number two is He-He-Helium// Inhale a balloon and sing a Chipmunk Song// Lithium's famili is the Alkali's Metals// with reactivity that is high.// Then after Lithium, here come Beryllium// and metalloid Boron is number five// (Chorus) // Carbon's symbol is the letter C// And Nitrogen is a gas that we can't see.// Oxygen is what we breathe// and Fluorine helps make stronger teeth.// Stree lights, flash bright filled with Neon// Element eleven is Sodium.// The letters Mg? It's Magnesium// and you wrap your food with Aluminum.// Plastic Surgery fills you with Silicon// Phosphorus makes up rocks and stones.// Kill bugs with Sulfur insecticide.// Chlorine is the pool,// Argon on the side.// Bananas are filled with Potassium// That "K" keeps our muscles

consiste simplemente na aparición da letra a medida que avanza a música. Está reproducida a pé de páxina. É un exemplo representativo daqueles vídeos nos que se informa dalgúns características do conxunto da Táboa Periódica ou dalgúns elementos químicos en particular. Outro exemplo deste xénero musical é o vídeo "*The Periodic Table (Rapping the elements!)*".⁵¹ A letra, que vai aparecendo na pantalla, pode conseguirse en www.sciencercaps.co.uk, e ademais de nomear aos elementos vai citando algunhas características xerais dos grupos da Táboa Periódica, así como de bastantes elementos químicos.

É frecuente utilizar unha obra musical coñecida á que ou ben se lle cambia a letra ou ben se lle engade a mesma. Ao primeiro caso corresponde "*Periodic Table of Rock*"⁵² que utiliza a música da famosa "*Johnny B. Goode*" de Chuck Berry.⁵³ Outro exemplo é o vídeo "*Periodic Table Song*"⁵⁴ construído sobre a música da canción "*Not over you*" de Gavin Degraw.⁵⁵ A medida que avanza a canción, o vídeo vai presentando a letra (en inglés) a cal non cita ningún elemento en particular senón que fala da constitución da Táboa Periódica (ordeamento por números atómicos, grupos e períodos, estrutura electrónica, etc).

A canción "*We Didn't Start the Fire*" de Billy Joel⁵⁶ foi versionada no vídeo "*Learn the Periodic Table Song- All Elements in Order*".⁵⁷ Se van mencionando os elementos químicos por orde crecente do seu número atómico, acompañados de imáxenes. A versión é bastante mellorable.

function (un)// And number twenty is calcium,// For healthy bones, drink your milk// (Chorus)// Hydrogen, Helium, Lithium, Berillium, Boron, Carbon, Nitrogen, Oxigen, FLuorine, Neon, Sodium, Magnesium, Aluminum, Silicon, Phosphorous, Sulfur, Chlorine, Argon, Potassium, Calcium, That's one through twenty, and now I'm done.

⁵¹ The Periodic Table (Rapping the elements!)

https://www.youtube.com/watch?v=ldp9hUf_SV8&list=RDcAnOUwPffHlk&index=23. Oort Kuiper. Publicado o 7 de agosto de 2011. Visualizacións: Duración: .

⁵² Periodic Table of Rock. <http://es.youtube.com/watch?v=xbf0HdLwLZA>

OscTV. Publicado o 5 de abril de 2007. Visualizacións: 119.214. Duración: 2min38s

⁵³ "Johnny B. Goode" de Chuck Berry. <https://www.youtube.com/watch?v=ZFo8-JqzSCM>. Visualizacións: >40 millóns

⁵⁴ Periodic Table Song. <https://www.youtube.com/watch?v=5kbe57m-tpY>. ParrMr. Publicado o 21 febreiro de 2012. Visualizacións: >166.000.

Letra: These elements have to go// Onto the table, periodic table// Arranged by the atomic number, protons in the nucleus// Boxed, colored and it's containing// Atomic number, chemical symbol, // and Relative atomic mass, // I know that much is understood // and I realize.// (Chorus) The arrangement of elements // periods, groups, and their kinds // Nonmetals, metalloids, metals, three kinds // And the periods, same number shells, on the table numbered rows// But then elements outer shells do contain"" Electron number same, place them in groups// Place them in groups (<Chorus)// Each period has a number// From 1 to number 7// Atoms of elements same number shells// Which contain electrons// Go left to right through next element add electron// In the outer shell of the atoms// Leading to a pattern of change// In the chemical, behavior, of elements// (Chorus> // And the groups are in Roman numerals// Elements there, column's the thing make them a group// With the same number of electrons// Just out in their outer shells// Acting the same// (Chorus)

⁵⁵ Not over you, Gavin Degraw . <https://www.youtube.com/watch?v=vDWfhsQHq1o>. Visualizacións: > 25 millóns.

⁵⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=eFTLKWw542g> . Publicado o 2 outubro de 2009. Visualizacións : >77 millóns. Duración: 4min5s

⁵⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=AGZ200rmYBs>

James Fodor. Publicado o 17 xaneiro de 2010. Visualizacións:>545.000. Duración: 3min53s

Lyrics: Hydrogen and Helium, Lithium, Beryllium, Boron, Carbon, Nitrogen Oxygen, Fluorine, Ne.on, Sodium, Magnesium, Aluminium Half Chorus Silicon, Phosphorus, Sulfur, Chlorine, Argon, Potassium, Calcium, Scandium, Titanium Vanadium, Chromium, Manganese, Iron, Cobalt, Nickel, Copper, zinc and gallium Chorus The periodic table Mendeleev took the atoms and he looked for patterns The periodic table In 1869, he published his design Germanium, Arsenic, Selenium, Bromine, Krypton, Rubidium, Strontium Yttrium, Zirconium, Niobium, Molybdenum, Technetium, Ruthenium, Rhodium, Palladium, Silver, Cadmium, Indium, Tin, Antimony, Tellurium Iodine, Xenon, Caesium, Barium, Lanthanum, Cerium, Praseodymium Chorus Neodymium, Promethium, Samarium, Europium, Gadolinium, Terbium, Dysprosium Holmium, Erbium, Thulium, Ytterbium, Lutetium, Hafnium, and Tantalum Tungsten, Rhenium, Osmium, Iridium, Platinum, Gold then, Mercury and

A canción "*The Lazy Song*" de Bruno Mars⁵⁸ con máis de 1.500 millóns de visualizacións, na que o cantante aparece rodeado de cinco "*monos*", tamén foi parodiada.⁵⁹ A desafinación dos intérpretes é notoria.

NateKemp21⁶⁰ versiona "*Firework*" de Katy Perry.⁶¹ A presentación é moi sinxela: a autora tocando a guitarra e cantando. A letra, en inglés vai aparecendo como subtítulo e, ao principio, vai intercalando referencias xerais ao número atómico, masa atómica, número de neutróns, reactividade, estrutura electrónica,... con nomes dos elementos dende o hidróxeno ao argón, que constitúe o refrán.

Rachel Tan⁶² publicou a súa versión da Táboa Periódica baixo os auspicios de "*Closer*", éxito de The Chainsmokers.⁶³ A letra vai facendo referencia aos elementos químicos sen maior pretensión, aínda que en ocasións engade algunha característica (por exemplo, que o arsénico é venenoso) e aparece na pantalla a medida que a música avanza.

En canto a obras musicais ás que se lle engadiu letra destaca, polo número de visualizacións e a boa interpretación musical, o vídeo "*The Periodic Table Song*".⁶⁴ A música corresponde ao famoso "*Can Can*" de Offenbach.⁶⁵ A medida que avanza a música, os elementos químicos son nomeados por orde de número atómico, e na pantalla aparece o seu nome, o símbolo, o seu número atómico e imaxes que fan referencia a algunha característica do mesmo. En febreiro de 2018 subiron unha actualización, que xa ten máis de 7 millóns de visitas.⁶⁶ A modificación consiste na asignación de nomes aos elementos que estaban cun nome temporal, é dicir, os elementos *Nihonium* (por *Ununtrium*), *Moscovium* (por *Ununpentium*), *Tennessee* (por *Ununseptium*) e *Oganesson* (por *Ununoctium*). No vídeo "*The New Periodic Table Song for Beginners!*"⁶⁷ ofrécese unha versión do "*Can Can*" moito máis lenta, o que axuda ao seguimento dos nomes dos elementos químicos. Ademais, o seguimento vese facilitado pola presentación da letra a toda pantalla, non mostrando outras imaxes referentes aos elementos.

Thallium Lead, Bismuth, Polonium, Astatine, Radon, Francium, Radium, Actinium and Thorium Chorus Protactinium, Uranium, Neptunium, Plutonium, Americium Curium, Berkelium, Californium, Einsteinium, Fermium, Mendeleevium Nobelium, Lawrencium, Rutherfordium, Dubnium, Seaborgium, Bohrium and Hassium Meitnerium, Darmstadtium, Roentgenium, Copernicium. Chorus

⁵⁸ Bruno Mars-The Lazy Song. <https://www.youtube.com/watch?v=fLexgOxsZu0>. Publicado o 15 de abril de 2011. Visualizacións:>1.511 millones. Duración 3.28.

⁵⁹ The Bonding Song (The Lazy Song Parody). <https://www.youtube.com/watch?v=v-GjiDAaJGY>. shigotawang. Publicado o 11 de xuño de 2011. Visualizacións: 175.934. Duración: 4min19s

⁶⁰ Periodic Table Song. https://www.youtube.com/watch?v=KYSaO9e_H9k&index=6&list=RDcAnOUwPfhIk. NateKemp21. Publicado o 29 de xaneiro de 2012. Visualizacións: 943.163. Duración: 3min26s.

⁶¹ Katy Perry's Firework. <https://www.youtube.com/watch?v=QGJuMBdaqIw>; máis de mil millones de Visualizacións: >1.000 millones.

⁶² The Periodic Table set to The Chainsmokers' Closer. <https://www.youtube.com/watch?v=gEUY4PWgRPo>. Rachel Tan. Publicado o 6 de agosto de 2017. Visualizacións: 14.356. Duración: 4min52s.

⁶³ The Chainsmokers-Closer. https://www.youtube.com/watch?v=PT2_F-1esPk. The Chainsmokers. Publicado o 29 de xullo de 2016. Visualizacións: > 2,2 millones. Duración: 4min21s.

⁶⁴ The Periodic Table Song. <https://www.youtube.com/watch?v=VgVQKcCfwnU&list=RDcAnOUwPfhIk&index=8>. AsapSCIENCE Publicado o 31 de outubro de 2015. Visualizacións:> 18 millones e mais de 20 mil comentarios. Duración 2min53s.

⁶⁵ Offenbach - Can Can Music. <https://www.youtube.com/watch?v=4Diu2N8TGKA>. LukasSchuch. Publicado o 23 de abril de 2009. Visualizacións: > 26 millones. Duración: 2min11s.

⁶⁶ https://www.youtube.com/watch?v=rz4Dd1I_fX0&index=19&list=RDvUzTQWn-wfE. Publicado o 6 de febreiro de 2018. Visualizacións: > 7 millones. Comentarios > 13 mil.

⁶⁷ "The New Periodic Table Song for Beginners!" <https://www.youtube.com/watch?v=97CShxAQim0&list=RDcAnOUwPfhIk&index=10>. Kawaii Potato. Publicado o 10 de xaneiro de 2017. Visualizacións: 218.655. Duración: 4min5s

4. A TÁBOA PERIÓDICA, ESTÁ COMPLETA?

A referencia ao oganesson na actualización do "Can Can", último elemento coñecido da Táboa Periódica, suxire a pregunta que dá título a este apartado.

Entre o hidróxeno (número atómico=1) e o oganesson (número atómico=118) non falta por descubrir ningún elemento químico, é dicir, non hai ningún oco libre na Táboa Periódica actual, como si ocorria nas de Mendeleev e Moseley. Noutras palabras, se a Táboa Periódica non está completa quere dicir que faltan elementos químicos cun número atómico maior ao oganesson.

No vídeo "*Will the Periodic Table Ever Be Complete?*"⁶⁸ Faise referencia a que Feynman calculou que o elemento cun número atómico 137 violaría a teoría da relatividade especial debido a que os electróns alcanzarían velocidades superiores á da luz. Algunhas correccións posteriores elevaron este número ata 173. Poliakoff suxerira que o elemento 117 (agora *Ténnesso*) debería denominarse *Feynmanium* con símbolo Fy⁶⁹. Tamén o vídeo cita que, con anterioridade, o químico Elliot Quincy Adams⁷⁰ organizou, en 1911, os elementos químicos nunha Táboa Periódica diferente (e que aquí reproducimos como Figura 2),⁷¹ asegurando que faltaban 7 elementos para cubrir os ocos baleiros, sendo os seus pesos atómicos 173, 177, 100, 188, 212, 252± y 256±, os cales deben ser homólogos co Yt, Zr, Mn, Te, I e Xe.

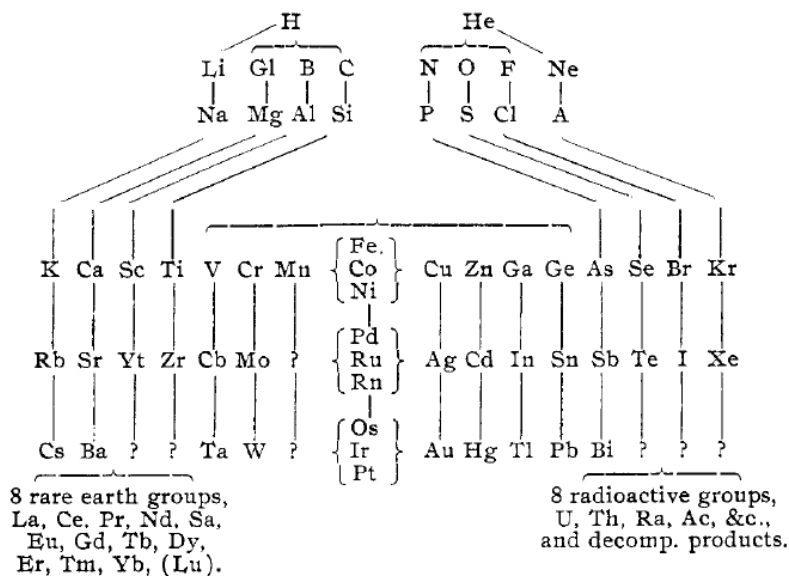


Figura 2. Táboa Periódica de Adams. Tomada do artigo orixinal.

No vídeo "*Have We Found All The Elements?*"⁷² Descríbese como son obtidos no laboratorio aqueles elementos que non se atopan na natureza, comentando o seu tempo de vida media, así como a razón pola que algúns núcleos dos elementos son mais estables (maiores tempos de vida) que outros, o que

⁶⁸ Will the Periodic Table Ever Be Complete? https://www.youtube.com/watch?v=w_GZz0JcWR4&t=68s. SciShow. Publicado o 25 de agosto de 2016. Visualizacións: 608.154. Duración: 3min40s.

⁶⁹ Feynmanium (?). <https://www.youtube.com/watch?v=BKEEi8JThps>. Periodic Videos. Publicado o 18 de maio de 2014. Visualizacións: 381.910. Duración: 9min23s.

⁷⁰ D. S. Tarbell, "Elliot Quincy Adams (1888-1971) From Dipolar Ions To Fluorescent Lights". *J. Chem. Educ.* **1990**, 67, 7.

⁷¹ Elliot Quincy Adams, "A Modification of the Periodic Table", *J. Am. Chem. Soc.* **1991**, 33, 684.

⁷² "Have We Found All The Elements?" <https://www.youtube.com/watch?v=rwC9BBHkaAI>. Reactions. Publicado o 19 de outubro de 2016. Visualizacións: 46.842. Duración: 5min19s.

se relaciona coas "illas de estabilidade".⁷³ As posibilidades de obter os elementos superpesados 119 e 120 son comentadas no vídeo "Future Elements".⁷⁴

5. VÍDEOS MUSICAIS EN ESPAÑOL

En moita menor cantidade, e cun número de visitas inferior, en media, tamén existen presentacións musicais da Táboa Periódica en español. Así, alumnas de 4º de ESO presentan a "*Canción de la Tabla Periódica*"⁷⁵ con músicas de distintas cancións, comezando por "*Bajo el mar*" da película "*La Sirenita*", de Disney. "*Canta la Tabla Periódica*"⁷⁶ presenta unha canción cunha letra (que vai aparecendo explicitamente na pantalla) da que a primeira estrofa pode servir de referencia: "*Hidrógeno gas que flota y arde sin parar; el esmalte de litio compuesto está; el sodio lo encontramos en la mesa como sal; si potasio tu quieres, en la papa buscarás; el rubidio al hidrógeno le quita su poder, y el cesio con el francio al final vas a ver*". O refrán reza: "*Tabla Periódica: parece lógica. Tabla Periódica: es muy atómica*".

A "*Canción de la Tabla Periódica*",⁷⁷ cantada e composta por D. Pattier, vai mencionando os elementos por grupos empezando polos metais alcalinos e alcalinotérreos para despois saltar, por esta orde, aos que agrupa como gases nobres, halóxenos, anfxenos, nitroxenoides, carbonoideos, térreos e metais de transición. "*Los elementos-canción*"⁷⁸ presenta fundamentalmente a dúas raparigas cantando e, de cando en vez, unha coreografía máis numerosa. Mestura tamén algunha frase en inglés.

"*Eres mi Xenón favorito de Radón [Canción de la tabla periódica]*"⁷⁹ presenta a un raparigo, tocando a guitarra con entusiasmo, e afirmando que "*Son consciente de que non canto como o cantante de Perez, nin moito menos*": non lle falta razón. A música corresponde a Madrid-Pereza.⁸⁰ Nos comentarios do vídeo está recollida a letra. Non merece máis dedicación. Tamén, con acompañamento de guitarra e peor acerto interpretativo, atópase "*Canción de la Tabla Periódica- pop- Aprende Rich 4U*".⁸¹ En este caso, a cita dos elementos (que son a única letra ofertada) vai acompañada de fotografías. Como recolle no seu título, o vídeo "*Tabla Periódica RAP*"⁸² é a típica música RAP, interpretada por un grupo de xóvenes que parecen divertirse moito coa interpretación. Despois de indicar unha característica xeral dun determinado grupo (por exemplo, que os metais alcalinos son brandos e teñen un único electrón de valencia), nomean vertixinosamente os seus compoñentes. Os gases nobres teñen a súa canción

⁷³ Element 120. <https://www.youtube.com/watch?v=c1rYuslEQs>. Periodic Videos. Publicado o 17 de setembro de 2011. Visualizacións: 298.135. Duración: 8min24s.

⁷⁴ Future Elements. https://www.youtube.com/watch?v=SBz_NDq6g6E. Periodic Videos. Publicado o 15 de maio de 2017. Visualizacións: 275.575. Duración: 7min10s.

⁷⁵ Canción de la tabla periódica

https://www.youtube.com/watch?v=_5oX6bkds3U&list=RDI5cbfXht-18&index=7

Juanjo Florido Publicado o 9 de xuño de 2015. Visualizacións: 25.003. Duración: 4min56s

(coa música de *La Sirenita* e outras).

⁷⁶ Canta la Tabla Periódica. <https://www.youtube.com/watch?v=UxtEDOpI8Dk>. Estudio CMB. Publicado o 23 de agosto de 2017. Visualizacións: 193.702. Duración: 4min27s.

⁷⁷ Canción de la Tabla Periodica. <https://www.youtube.com/watch?v=VGR2ZR1OBT0>. Canta y aprende. Publicado o 27 de marzo de 2017. Visualizacións: 149.265. Duración: 1min56s.

⁷⁸ Los elementos canción. <https://www.youtube.com/watch?v=bo34ighOESU>

DH Sisters. Publicado o 11 de febreiro de 2013. Visualizacións: 128.169. Duración: 3min37s.

⁷⁹ Eres mi Xenón favorito de Radón [Canción de la tabla periódica]. <https://www.youtube.com/watch?v=IHxWIqYkCXc>. Vipoke. Publicado o 25 de setembro de 2010. Visualizacións: 127.801. Duración: 3min29.

⁸⁰ Marid-Pereza. <https://www.youtube.com/watch?v=M2lz1WMfBxQ>. Publicado o 27 de outubro de 2010. Visualizacións: 407.534. Duración: 3min30s.).

⁸¹ Canción de la tabla Periódica- pop- Aprende Rich 4U. <https://www.youtube.com/watch?v=l3fRrxf0gAI>. LagoCodi. Publicado o 30 de maio de 2016. Visualizacións: 123.154. Duración: 2min48s.

⁸² Tabla Periódica RAP. <https://www.youtube.com/watch?v=LVEbnqDQI9Y>. bernardosyrquin. Publicado o 8 de xaneiro de 2014. Visualizacións: 41.829. Duración: 2min44s.

específica.⁸³ A letra está recollida no comentario do vídeo e da mesma podemos rescatar pouco máis que "*su propiedad característica es que son inertes, son gases monoatómicos inodoros e incoloros*", ou que "*el uno por ciento de la atmosfera es argón*".

6. VÍDEOS DEDICADOS A UN ELEMENTO, GRUPO OU PERÍODO

Xa comentamos o vídeo sobre a explosión das burbullas de hidróxeno da serie Periodic Vídeos. No especificamente dedicado ao hidróxeno⁸⁴ se observan explosións de hidróxeno almacenado en globos. Explica que é o átomo máis sinxelo e que a molécula de hidróxeno ao reaccionar có osíxeno orixina auga. Tamén se lembra a explosión do dirixible alemán Hindenburg (sen nomealo explicitamente) ocorrida o 6 de maio de 1937.⁸⁵ Tamén se introduce o isótopo deuterio, e a esperanza de resolver as necesidades enerxéticas mundiais mediante a fusión nuclear do deuterio para dar helio.

Recentemente publicado, e apenas excedendo o centenar de visualizacións, atopamos o vídeo dedicado ao hidróxeno de Peter Weatherall.⁸⁶ Sendo unha canción de música moi sinxela, a letra lembra as características esenciais do hidróxeno en liña co vídeo anterior.

Ao sodio tamén se lle dedicou unha canción.⁸⁷ Está presentado por unha moza que afirma que é o seu primeiro proxecto. Gravado nunha cocina inclúe varias tomas falsas. No refrán da letra recolle que ten

⁸³ Gases nobres, canción (poker face). <https://www.youtube.com/watch?v=PD7pcVjBiX4>. greenmusiklovediana. Publicado o 5 de decembro de 2009. Visualizacións: 32.832. Duración: 3min9s.

⁸⁴ Hydrogen-Periodic Table of videos. <https://www.youtube.com/watch?v=6rdmpx39PRk&t=36s>. Periodic Videos. Publicado o 5 de xaneiro de 2009. Visualizacións: >1.6 millóns. Duración: 7min15s.

⁸⁵ Caída del zeppelin alemán Hindenburg. <https://www.youtube.com/watch?v=c0m4PIQSNQQ>. Gustavo Báez. Publicado o 1 de decembro de 2008. Visualizacións: 220.551. Duración: 53s.

⁸⁶ Hydrogen Song by Peter Weatherall. <https://www.youtube.com/watch?v=Vc8bMiUzGil>

Peter Weatherall. Publicado o 10 de setembro de 2018. Visualizacións: 77. Duración: 1min28s.

Letra: In the periodic table you can past the most important element in the universe. <Chorus> Your name is hydrogen and even though you're small you're the most important element of all (Chorus>). You only have one proton in your nucleus and one electron you can lose to become one plus. (Chorus) You are a bomb by nuclear fusion in the Sun giving rise to other elements but still you're number one. Two of your atoms bond to form a molecule a gas which ignites in air as an explosive fuel. (Chorus). The product of this combustion you should know is another molecule called H₂O. (Chorus)

⁸⁷ The Sodium Song. <https://www.youtube.com/watch?v=zllx112kFN8>. StrikerChik9. Publicado el 7 de diciembre de 2013. Visualizacións: 1920. Duración: 2min59s

Letra:

Na,Na Teach me about Sodium, // Maybe lets go, what I can teach you about sodium // You know why cause I don't know lithium // All I need is 11 protons and 11 electrons to make up the composition // Put it in everything you eat from day to day // They going to be jelly since you are the big Na // Aint nobody better than my boy Davy discovered it in 1807 not 1803 // Ok I am silvery white not the color of a red wine // My mass is 22.99 aint that mighty fine // In group 1 and period three, you know alkali metal I must be // 968 kg is my density, // cation +1 is my charge and 12 neutrons makes me quite large // valence electron equals one and you know I can be quite fun okay // Teach me about Sodium, Teach me Teach me about Sodium, // Number 11 on the charts number one in my heart // Everybody love it every everybody love it. Everybody love it // You aint messin with my sodium // Teach me about Sodium, Teach me Teach me about Sodium, // Number 11 on the charts number one in my heart // Everybody love it every everybody love it. Everybody love it // You aint messin with my sodium // The melting point is 97.8 Celsius and its principal energy is 3s¹ // Boiling point is 882.9 C and its state is a solid and a metal // You can wash your body with soap and most people find that quite dope // Na 23 has a 100% abundance // 1s² 2s² 2p⁶ 3s¹ is its configuration and were almost done // Now you can see sodium is found in everything you eat // Chips, cookies, pizza, sushi, pasta, popcorn and more isn't that neat? // Now everybody take a seat cause Sodium just cant be beat // Teach me about Sodium, Teach // me Teach me about Sodium, // Number 11 on the charts number // one in my heart // Everybody love it every everybody // love it. Everybody love it // You aint messin with my sodium // Teach me about Sodium, Teach // me Teach me about Sodium, // Number 11 on the charts number // one in my heart // Everybody love it every // everybody // love it. Everybody love it // You aint messin with my sodium

11 protóns no seu núcleo pero que o sodio é o número 1 no seu corazón. O profesor Poliakoff⁸⁸ refírese ao sodio indicando que é un elemento moi reactivo e brando. Despois de lembrar o seu símbolo e número atómico, o seu punto de fusión, e a súa grande reactividade co osíxeno do aire e coa auga, arrojan á mesma un pedazo duns 4 g de sodio, o cal ao reaccionar produce gas hidróxeno, e a calor xerada na reacción provoca a aparición da característica chama laranxa do sodio. Pasan entón a falar da transparencia á radiación infravermella do NaCl, así como da súa estrutura cristalina. E, como non podía ser doutra maneira, recolle as típicas lámpadas de mesa con a base feita deste sal (procedente de minas de sal). Poliakoff finaliza o vídeo indicando que o símbolo Na corresponde tamén ao mote co que era coñecida a súa nai.

Espectacular é a reacción sodio-auga que pode verse no vídeo "*Pouring big chunk of sodium the pool-Explosion!*"⁸⁹ no que comparan a reactividade do estroncio, magnesio, sodio e titanio coa auga.

Chegados a este punto é necesario recomendar o vídeo no que o químico Andrea Sela fai un percorrido histórico e científico sobre os combustibles utilizados no lanzamento de foguetes ao espacio.⁹⁰ Así recolle que na década dos 70 do século pasado utilizouse hidróxeno e osíxeno líquidos para impulsar aos astronautas cara á Lúa. Pero enseguida concéntrase na utilización de líquidos que ao mesturarse se incendian espontaneamente (mesturas hipergólicas). Presenta a reacción do dióxido de nitróxeno (que ao ser arrefriado cambia dun gas marrón a un líquido incoloro dado que se formou tetróxido de dinitróxeno), que será o oxidante, e a dimetilhidracina, como combustible, resultando unha mestura de produtos. Esta hidracina era un dos compoñentes principais do Aerozine 50, mestura que utilizou a NASA.

Pola súa indiscutible capacidade didáctica, captadora da audiencia, é moi recomendable o vídeo "*It's Rocket Science! with Profesor Chris Bishop*"⁹¹ que versa sobre os fundamentos tanto físicos como químicos da ciencia dos foguetes. Presenta numerosos experimentos *in situ* como proxectís voando pola sala, combustión de combustibles propulsores e o impresionante ruxido e a chama dun foguete híbrido. Fai partícipes dos experimentos aos máis novos do auditorio, xa que a sala está repleta de familias. En realidade, o vídeo mostra unha conferencia impartida dentro do "*Cambridge science festival*"

Cabe citar tamén a reacción entre o po de aluminio e o óxido de ferro utilizados na soldadura das vías férreas, debido ás moi elevadas temperaturas alcanzadas. Esta mestura se coñece como "termita" que é unha composición pirotécnica.⁹² A ignición faise con magnesio.

En relación ao aluminio, o Prof. Poliakoff, ao indicar que xunto ao ferro é o metal máis abundante na códia terrestre, mostra unha Táboa Periódica na que a área dos diferentes elementos químicos dá unha idea groseira da abundancia relativa dos elementos químicos na natureza.⁹³ Comenta os problemas da súa obtención como metal puro e o moi reactivo que é como tal, así como o poder catalítico do óxido de aluminio, e os zafiros tanto sintéticos como os da natureza (particularmente o azul). Defende que

⁸⁸ Sodium-Periodic Table of Videos. <https://www.youtube.com/watch?v=7IT2I3LtlNE> poliakoff. Publicado o 30 de abril de 2010. Visualizacións: 526.550. Duración: 4min41s.

⁸⁹ Pouring big chunk of sodium the pool - Explosion! <https://www.youtube.com/watch?v=XHvRGzls6SY>. Publicado o 20 de xaneiro de 2017. Visualizacións: 331.031. Duración: 4min5s

⁹⁰ Hypergolic Fuels – The Chemistry of a Rocket Launch. https://www.youtube.com/watch?v=IcjYdEW_HLQ. The Royal Institution. Publicado o 21 de decembro de 2015. Visualizacións: 224.270. Duración: 5min44s.

⁹¹ It's Rocket Science! with Professor Chris Bishop. <https://www.youtube.com/watch?v=HES0at2iPzU>. The Royal Institution. Publicado o 3 de xullo de 2014. Visualizacións: 614.874. Duración: 58min3s.

⁹² What Thermite is and How to Make it. <https://www.youtube.com/watch?v=RXQnIgrXJd8>. Von Malegowski. Publicado o 6 de xuño de 2017. Visualizacións: 21.136. Duración: 6min7s.

⁹³ Aluminium (or aluminum) <https://www.youtube.com/watch?v=4AhZ8503WPs&t=26s>. Periodic Videos. Publicado o 11 de maio de 2014. Visualizacións: 578.139. Duración: 11min51s.

en inglés debería utilizarse a voz "*aluminium*" en lugar de "*aluminum*". O aluminio tamén ten a súa canción (desastrosa, debemos dicir).⁹⁴

Os grupos dos metais alcalinos⁹⁵ e os halóxenos⁹⁶ teñen as súas melodías específicas. No primeiro van cantando o nome, o símbolo, o número atómico, a masa atómica (despois de indicar o número de neutróns no núcleo), e o número de electróns. Ademais, por exemplo, ao referirse ao rubidio comentan que reacciona violentamente coa auga o que se aprecia moito mellor no vídeo "*Rubidium and water*".⁹⁷ Obviamente tamén está publicado o vídeo do Prof. Poliakov quen filma a reacción coa auga á que se lle engadiu fenolftaleína. Vese que toda a auga esparcida na explosión adopta a cor rosa correspondente a un valor básico do pH, aínda que mesturado coa cor púrpura debida á emisión de luz do vapor do rubidio.

A estrutura do vídeo dos halóxenos é moi similar a do anterior vídeo. O bromo ten a súa propia canción.⁹⁸ Destacan, entre outros aspectos, que é menos reactivo que o fluor pero máis que o iodo, que é tóxico e líquido a temperatura ambiente. Así mesmo, lembran que foi descuberto por Liebig (non mencionado noutras fontes), Löwig e Balard, aínda que só este último publicou o seu traballo. A Academia de Ciencias francesa bautizouno a partir a palabra grega "*bromos*", que significa fedor. No vídeo "*Bromine- Periodic Table of Videos*"⁹⁹ pode apreciarse a formación de vapores de bromo, e a visualización da reacción cunha lámina de aluminio, reacción exotérmica que conduce ao tribromuro de aluminio. Se destaca a existencia de dous isótopos do bromo (79 e 81) que na natureza se atopan en case na mesma proporción, feito inusual. Na obtención de plásticos o bromo se utiliza para facelos menos inflamables.

A secuencia dos vídeos anteriores se repite na canción dedicada aos gases nobres.¹⁰⁰ Inclúen ao oganesson, o último elemento da Táboa Periódica.

⁹⁴ Aluminum song. <https://www.youtube.com/watch?v=EHLrtLNRC3A>. byonicboy. Publicado o 3 de decembro de 2015. Visualizacións: 3.024. Duración: 47s.

⁹⁵ Periodic Table Song/Periodic Table for Kids/Alkali Metals. <https://www.youtube.com/watch?v=VR11KzuJcBw>. [Kids Learning Tube](#). Publicado o 2 de abril de 2016. Visualizacións: 338.148. Duración: 3min40s

⁹⁶ Halogens/Halogens Group/Halogens Periodic Table. <https://www.youtube.com/watch?v=tOYblZwNN0>. [Kids Learning Tube](#). Publicado o 25 de agosto de 2017. Visualizacións: 126.075. Duración: 3min26s.

⁹⁷ Rubidium and water. <https://www.youtube.com/watch?v=XfW6r64GVC0>. chemicum. Publicado o 26 de marzo de 2015. Visualizacións: 91.693. Duración: 2min9s.

⁹⁸ Bromine Lyric Video. <https://www.youtube.com/watch?v=k5LiALYofIM>. Tatyana Gonzaga. Publicado o 23 de outubro de 2012. Visualizacións: 515. Duración: 3min15s.

⁹⁹ Bromine. Periodic Table of Videos. https://www.youtube.com/watch?v=Sl3_5upuSs. Periodic Videos. Publicado o 1 de decembro de 2009. Visualizacións: 414.262. Duración: 4min55s.

¹⁰⁰ Periodic Table Song Noble Gases/Noble Gases/Noble Gases Song. <https://www.youtube.com/watch?v=rrBKMVPewJQ>. [Kids Learning Tube](#). Publicado o 20 de abril de 2018. Visualizacións: 56.143. Duración: 3min12s.

Para entender a molécula ${}^4\text{H}^1\text{H}$ (e o artigo asociado),¹⁰¹ coa estraña notación indicada, estable durante unha pequena fracción de segundo, pode seguirse o vídeo "*Helium in Disguise*".¹⁰² Fai apenas un ano¹⁰³ estes autores complementaron a información sobre o helio. Aquí faise referencia ao cambio da voz ao respirar helio (aspecto ilustrado infindade de veces en *YouTube*) e a utilización deste gas no submarinismo. É espectacular a diminución da intensidade do son emitido por un teléfono móbil situado nunha bolsa de plástico chea de helio. Dende o punto de vista da Química, é máis interesante a referencia á formación dun composto estable entre o helio e o sodio baixo unha presión de 3 millóns de atmosferas.¹⁰⁴ A información sobre o helio está completada noutro vídeo da mesma serie,¹⁰⁵ no que se informa da orixe do nome, relacionado co seu descubrimento, e a utilización de helio líquido para conseguir superconductores.

O primeiro período da Táboa Periódica mereceu unha canción subida por Leyton Reed.¹⁰⁶ A canción facilita unha información moi sucinta dos elementos implicados. Conseguir máis con tan pouca duración do vídeo debería considerarse milagroso. Como exemplo de elemento do período vexamos o nitróxeno, entre outras razóns polo recente da súa publicación.¹⁰⁷ Partindo de nitróxeno líquido cun punto de ebulición de -196°C , conxelan un globo, un plátano, rompendo ambos cun martelo. Engaden que é un líquido seguro (a diferenza do osíxeno líquido), presentan a azida sódica (con imáxenes espectaculares recollidas ao ser quentado o sal), como compoñente dos *airbags* dos coches. O nitróxeno forma diversos compostos co osíxeno, entre eles o N_2O , facilmente solubilizable en graxa (polo que é un gas anestésico ao disolverse no cerebro), e é utilizado como propelente na obtención instantánea de espumas. E o NO_2 , que xa comentamos. Finaliza o vídeo facendo referencia á formación de óxidos de nitróxeno nos motores diésel.

¹⁰¹ Kinetic Isotope effects for the Reactions of muonic helium and muonium with H_2 . D. G. Fleming, D. J. Arseneau, O. Sukhorukov, J. H. Brewer, S. L. Mielke, G. C. Schatz, B. C. Garrett, K. A. Peterson, D. G. Truhlar. *Science* **2011**, 331, 448. Abstract: The neutral muonic helium atom may be regarded as the heaviest isotope of the hydrogen atom, with a mass of ~ 4.1 atomic mass units (${}^4\text{H}$), because the negative muon almost perfectly screens one proton charge. We report the reaction rate of ${}^4\text{H}$ with ${}^1\text{H}_2$ to produce ${}^4\text{H}^1\text{H} + {}^1\text{H}$ at 295 to 500 kelvin. The experimental rate constants are compared with the predictions of accurate quantum-mechanical dynamics calculations carried out on an accurate Born-Huang potential energy surface and with previously measured rate constants of ${}^0\text{H}^1\text{H}$ (where ${}^0\text{H}$ is shorthand for muonium). Kinetic isotope effects can be compared for the unprecedentedly large mass ratio of 36. The agreement with accurate quantum dynamics is quantitative at 500 kelvin, and variational transition-state theory is used to interpret the extremely low (large inverse) kinetic isotope effects in the 10^{-4} to 10^{-2} range.

¹⁰² Helium in Disguise. <https://www.youtube.com/watch?v=7hdVjb2gRgQ>. Periodic Videos. Publicado o 26 de Febreiro de 2011. Visualizacións: 230.636. Duración: 4min12s.

¹⁰³ Helium (some extra stuff). https://www.youtube.com/watch?v=ak_kvs4iQpk. Periodic Videos. Publicado o 27 de novembro de 2017. Visualizacións: 133.008. Duración: 12min46s.

¹⁰⁴ A stable compound of helium and sodium at high pressure. X. Diao *et al* (17 autores). *Nature Chemistry* **2017**, 9, 440. Abstract: Helium is generally understood to be chemically inert and this is due to its extremely stable closed-shell electronic configuration, zero electron affinity and an unsurpassed ionization potential. It is not known to form thermodynamically stable compounds, except a few inclusion compounds. Here, using the *ab initio* evolutionary algorithm USPEX and subsequent high-pressure synthesis in a diamond anvil cell, we report the discovery of a thermodynamically stable compound of helium and sodium, Na_2He , which has a fluorite-type structure and is stable at pressures >113 GPa. We show that the presence of He atoms causes strong electron localization and makes this material insulating. This phase is an electride, with electron pairs localized in interstices, forming eight-centre two-electron bonds within empty Na_8 cubes. We also predict the existence of Na_2HeO with a similar structure at pressures above 15 GPa.

¹⁰⁵ Helium. <https://www.youtube.com/watch?v=M6xZZiaLOV4&feature=youtu.be>. Periodic Videos. Publicado o 8 de novembro de 2017. Visualizacións: 261.870. Duración: 11min10s

¹⁰⁶ BEST WAY TO LEARN THE ELEMENTS! - Periodic Table Song. <https://www.youtube.com/watch?v=uJGrwWOWt3Q&list=RDvUzTQWn-wfE&index=28>. Leyton Reed. Publicado o 30 de marzo de 2009. Duración: 2min5s.

¹⁰⁷ Nitrogen (new). <https://www.youtube.com/watch?v=H8XNdqA18-M>. Periodic Videos. Publicado o 20 de xuño de 2018. Visualizacións: 212.042. Duración: 12min52s.

Kids Learning Tube¹⁰⁸ preparou unha canción sobre os metaloides dirixida a nenos, na mesma liña que os vídeos de este canle anteriormente citados. Ninguén é descoñecedor da importancia dalgúns destes elementos na era da informática que vivimos. Para coñecer numerosas historias sobre elementos químicos, incluíndo o galio, o libro que referenciamos no pé de páxina e inestimable.¹⁰⁹ Fixémonos tan só no arsénico,¹¹⁰ utilizado como pigmento (arsenito de cobre) no século XIX para o papel pintado verde. O mofo que se xeraba nas habitacións húmidas victorianas, convertía o arsénico en trimetilarsina volátil, de tal maneira que varias persoas foron asasinadas polo arsénico proveniente das paredes.¹¹¹

Tamén tendo como obxectivo aos estudantes mais novos, está publicada unha canción sobre elementos que denominan post-transición dos metais. O seu editor é un vello coñecido¹¹² e o vídeo non sorprende pola liña que segue, aínda que dan algunhas informacións adicionais sobre os elementos, máis aló do seu número atómico, masa atómica e símbolo químico. Inclúen, por orde de número atómico: aluminio, galio, indio, estaño, talio, chumbo, bismuto, nihonio, flerovio, moscovio, e livermorio (antepenúltimo elemento).

Comentemos con algo máis de detalle outros vídeos sobre o estaño.¹¹³ Escollemos este elemento porque está presente nas nosas vidas dun modo tan cotián que pode pasar desapercibido. Para empezar, ao aliarse co cobre, forma o ben coñecido bronce e o óxido de indio/estaño é compoñente clave para as pantallas dos teléfonos móbiles e dispositivos semellantes. O estaño ubícase no grupo 14, o mesmo que o do carbono, entre o xermanio e o chumbo. Funde a unha temperatura relativamente baixa (230 °C), o que é particularmente útil para soldar. É moi didáctica a comparación entre o SnCl₂ (co estaño en estado de oxidación +2) e o SnI₄ (co estaño en estado de oxidación +4). Por se non fosen suficientes as aplicacións xa mencionadas, falemos da lata (o "cofre do tesouro"),¹¹⁴ que xoga un papel histórico, case sen ser recoñecido. Basicamente a lata consiste nun lámina de aceiro recuberta por unha capa de estaño. Quen non tivo unha conserva envasada nun bote de lata nas súas mans? O vídeo mencionado corresponde a unha vella filmación norteamericana de 1956 subida como vídeo o 28 de abril de 2017, que comeza coa broma de atar botes baleiros ao coche dunha parella de novos casados. A filmación describe detalladamente o proceso industrial de fabricación das latas. Este é outro exemplo da utilización actual dunha película técnica filmada fai máis de 60 anos.

Finalicemos o tempo dedicado a esta sección cos denominados "metais nobres".¹¹⁵ O Prof. Poliakoff, enfronte dunha mesa, sobre a que están depositadas algunhas mostras de elementos metálicos, que di estar valoradas en máis de 2,2 millóns de dólares, resalta o difícil que é estar neste lugar (lémbrese a Introducción). As mostras comprenden ouro, rodio, iridio, paladio e platino, denominados metais

¹⁰⁸ Periodic Table Song/Periodic Table of Elements/Metalloids. <https://www.youtube.com/watch?v=r01HBZqSVL4>. Kids Learning Tube. Publicado o 9 de decembro de 2016. Visualizacións: 229.655. Duración: 3min43s.

¹⁰⁹ The Disappearing Spoon (and other true tales of madness, love and the History of the World from The Periodic Table of the Elements. Publicado por Little, Brown and Company. New York. 2010.

¹¹⁰ Arsenic. <https://www.youtube.com/watch?v=a2AbKwAvyos>. Periodic Videos. Publicado o 16 de xullo de 2008. Visualizacións: 319.009. Duración: 2min27s

¹¹¹ En relación co tema "Crimen e Química" son inestimables os seguintes libros: (a) Crime Scene Chemistry of the Armchair Sleuth, de Cathy Cobb, M. L. Fetterolf e J. G. Goldsmith. Prometheus Books, Amherst, 2007. (b) Molecules of Murder. Criminal Molecules and Classic Cases de John Emsly. RSC Publishing, Cambridge, 2008.

¹¹² Periodic Table/Post-transition Metals/Post-transition Metals Song. <https://www.youtube.com/watch?v=cEoYsjWKQ1s>. Kids Learning Tube. Publicado o 14 de outubro de 2016. Visualizacións: 154.347. Duración: 4min1s.

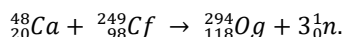
¹¹³ Tin (new). <https://www.youtube.com/watch?v=rXZscASelkc>. Periodic Videos. Publicado o 16 de agosto de 2018. Visualizacións: 166.331. Duración: 15min.17s

¹¹⁴ How Tin Cans are Made: "TreasureChest" <https://www.youtube.com/watch?v=q19WgpgrWk>. Jeff Quitney. Visualizacións: 3746. Duración: 26min52s.

¹¹⁵ Super Expensive Metals. <https://www.youtube.com/watch?v=Fg2WzCzKpYU>. Periodic Videos. Publicado o 28 de maio de 2013. Visualizacións: > 2millones. Duración: 7min43s.

nobres pola non reactividade co osíxeno. Resalta a súa gran importancia como catalizadores e as dificultades implicadas na súa obtención.

Con todo, no vídeo "\$500.000 of Calcium"¹¹⁶ (gravado no Instituto de Investigación Nuclear en Dubna, Rusia, o lugar no que foron obtidos moitos elementos superpesados) se resalta que posiblemente o ⁴⁸Ca sexa o elemento máis caro do mundo xa que 2 g de carbonato de ese calcio custarían \$500.000. Como é posible que un elemento químico tan común como o calcio sexa tan caro? O produto se obtén nunha cantidade aproximada de 10 g por ano. O elemento clave para estas reaccións de síntese de elementos superpesados é o ⁴⁸Ca, que ten 20 protóns e 28 neutróns no seu núcleo. O calcio ten varios isótopos: ⁴⁰Ca (96,9%), ⁴²Ca (0,6%), ⁴³Ca (0,1%), ⁴⁴Ca (2,1%), ⁴⁶Ca (0,004%) e ⁴⁸Ca (0,19%), indicándose entre paréntese as porcentaxes da súa abundancia natural. O vídeo ilustra o bombardeo de ²⁴⁹Cf con proyectís de ⁴⁸Ca para a obtención do ²⁹⁴Og. A reacción podería escribirse simplifícamamente como:



7. TÁBOA PERIÓDICA E ENLACES QUÍMICOS

Coa música de "Dancing Queen" de Abba,¹¹⁷ Mr Edmons¹¹⁸ presenta un vídeo no que mostra carteis que resumen a letra, que se refire os enlaces químicos iónico e covalente. A letra está recollida no comentario do vídeo polo que só resaltamos unha frase: "*And if it happens for them, they both become ions... charged atoms. The metal's positive, the nonmetal's negative. They become ions. The metal's plus, the nonmetal's minus, and opposites they do attract. So what you get, when they come together, is and ionic bond: sodium chloride*". Na mesma liña, aínda que con música propia, en estilo RAP, o vídeo "Atoms Bonding Song"¹¹⁹ amosa a letra na pantalla, acompañada dalgúns debuxos explicativos. Os parágrafos que recolleemos son representativos da idea: "*Stable atoms, electrons don't leave, outer shell complete. Lose one, gain one if it's an unstable one, yes then. Most atoms have many shells, hey. When it's full begins a new one... Sometimes the atoms share more electrons. Share two with partners, a double bond... Ionic bonds are formed when cations and anions come together now.*"

8. REGRAS MEMORÍSTICAS E SEMELLANTES.

En canto as regras memorísticas nos centraremos casi exclusivamente en vídeos publicados en castelán.

O autor do vídeo "Aprender rápido la Tabla Periódica"¹²⁰ parte do seu aserto de que ve "un sinsentido que te tengas que aprender la Tabla Periódica para un examen o que no te dejen llevar la Tabla Periódica

¹¹⁶ \$500.000 of Calcium. <https://www.youtube.com/watch?v=CodBk7xewRk>. Periodic Videos. Publicado o 13 de marzo de 2017. Visualizacións: 706.201. Duración: 9min7s

¹¹⁷ Abba-Dancing Queen. <https://www.youtube.com/watch?v=xFrGuyw1V8s>. ABBA. Publicado o 8 de outubro de 2009. Visualizacións: >301 millóns. Duración: 3min51s.

¹¹⁸ The CHEMICAL BONDS Song - NOW WITH CLOSED CAPTION SO YOU CAN SING ALONG! <https://www.youtube.com/watch?v=BCYrNU-7SfA&index=17&list=RDcAnOUwPffHlk>. dsecms. Publicado o 13 de febreiro de 2010. Visualizacións: 202.484. Duración: 3min32s.

¹¹⁹ Atoms Bonding Song. <https://www.youtube.com/watch?v=OdQqFHNOWAA>. ParrMr. Publicado o 13 de novembro de 2011. Visualizacións: 109.746. Duración: 4min6s.

¹²⁰ Aprender rápido la Tabla Periódica. <https://www.youtube.com/watch?v=WnSS5mu28qs>.

Breaking Vlad. Publicado o 1 de decembro de 2017. Visualizacións: 365.022. Duración: 12min4s.

Comentarios:

Alan García Zapata:

a un examen cuando, luego, en la vida real la vas a tener [disponible]". O autor ofrece unhas pautas que usou para aprobar un examen sobre a Táboa Periódica. Na exposición ensina a construír a Táboa Periódica a partir dos números 2 e 4 que sumados dan como resultado 6, que sumado con 4, dúas veces consecutivas orixina os números 10 e 14. Parte de que o hidróxeno está só, arriba á esquerda. Debaxo do hidróxeno debuxa dous cadrados, que repite cara abaixo 6 veces, construíndo así os dous primeiros grupos. Dende o derradeiro a dereita, conta 4 cara arriba e dende ahí debuxa outros 10 cadrados, cara a dereita, totalizando unha cuadrícula de 40 cadrados. Sube entón 2 escalóns, deixándoos a mesma altura que os da esquerda. A partir deste punto conta 6 cadrados adicionais e logo "pecha a rede", é dicir, debuxa unha cuadrícula de 36 cadrados. A dereita, na parte superior, debuxa o cadrado para o He. Para ubicar os lantánidos e os actínidos, dende a esquina inferior esquerda, conta 4 puntos cara a dereita, baixa un pouco a liña de debuxo e fai 2 filas de 14 cadrados (é dicir, ata chegar ó límite da cuadrícula debuxada anteriormente) cada unha. Comproba que a Táboa está ben feita.

Afirma que non existe un método xeral para encher a Táboa anterior, vacía, cos símbolos dos elementos químicos, pero fai referencia a un truco que pode valer para todos: a construción de frases. Insiste en que é mellor que cada un faga as súas propias frases ("¿qué las frases salgan de tí!"), que ter que aprender as suxeridas por outras persoas, xa que mentres se constrúe se vai aprendendo a Táboa Periódica. Por exemplo, para os alcalinos fixo a frase "*Francisco casi roba caca de la nalga de Lisa*", que contén de abaixo cara arriba os citados elementos (**F**rancisco **C**asi **R**oba ca(**K**)ca de la **N**alga de **L**isa). O vídeo ten 298 comentarios nos que se ofrecen numerosas alternativas. Algúns se recollen no pé de páxina.

No vídeo "*Química. Aprende la Tabla Periódica en 7 minutos*",¹²¹ van enchendo as casas da Táboa Periódica. Comeza indicando que "*En la Tabla Periódica, se saluda*" de xeito que a casa do Hidróxeno

El hijo de Liz nació en Cancún, Rubén se caso en Francia (H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) Beatriz magnesia se casó con el señor bara (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)

Bendito Alan Garcia indultó a Toledo (B, Al, Ga, In, Tl)

Carlos silva una germa sentado con Pablo (C, Si, Ge, Sn, Pb)

Ni para aseo sirve el bismuto (Ni, P, As, Sb, Bi)

El oso sentado se teje su polo (O, S, Se, Te, Po)

Fernanda Clara bromea con el iracundo astato (F, Cl, Br, I, At)

Carolina Thirlwall:

Como si la Gente Sonriera en Público.(C Si Ge Sn Pb)

Muy repetida:

ese negro ardiente quiere sexo rapidon (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn).

¹²¹ "QUÍMICA. Aprende la tabla periódica en 7 minutos". <https://www.youtube.com/watch?v=-2ymBr8LYSs>. Amigos de la Química. Publicado o 9 de setembro de 2017. Visualizacións: 1.506.144. Duración: 7min14s.

Comentarios:

Nelson José Castro Salazar: *Para incluir el plomo: "Como si la gente sonriera en público"*.

Adriana Durán, andrearc, Susana Villavieja, Andrés Chamorro e outros: *Ningún pollo asado sabe bien*, é dicir, N, P, As, Sb, Bi.

Alex Ríos: BCNOF: *Buen Cazador No Olvida Fusil*.

Néstor Gutierrez comenta: *"Es innecesario saberte de memoria la tabla periódica, preguntale a un químico si de vez en cuando no revisa la tabla periódica, o revisa alguna formula que no se acuerde muy bien, una cosa es memorizar y otra comprender. Otro ejemplo, si un doctor no se acuerda de cierta sustancia que va con cierto problema, lo revisa"*.

Miguel Gudiño: *BCNOF es Benzema y Cristiano No Funcionan*.

Carlos García Berlinches: *BCNOF: Bebo CocaCola no Fanta*

Jose Antonio López: *BCNOF: Bebes cocaCola normal o fría*

Zhou David: *BCNOF: BarCeloNa On Fire*

Ismael Parra: *NPASbBi: No Pares hAsta Sabertelo Bien*

Srta Yumiko: *Del oxígeno hacia abajo, de toda la vida es "OSSeTe Po(lar)*

di á do Helio, "Ah, una hache! e este lle responde "Eh", pero ao revés, é dicir, He. Continua o saúdo por grupos. Para os alcalinos di: "**Hola, LiNa, que (K) Rebeca (Rb) se casa (Cs) con Fran (Fr)**". Para o segundo grupo di: "**Be(Be)atriz es mag(Mg)nífica(Ca) y también el Señor(Sr) de la va(Ba)ra(Ra)**". Continua cos metais de transición: "**Esc(Sc)óndete tío(Ti), v(V)ienen cr(Cr)iaturas monas(Mn) y fe(Fe)lices con(Co) niños(Ni) cubiertos(Cu) en cinc (Zn)**". Debuxa unha esqueira para distinguir entre os metais e os non-metais e di: "**¡El bicarbonato, fff, me alivia!**" que contén os elementos B, C, N, O e F. Dende o boro baixa dicindo: "**A la ganadería india de tarántulas**" que contén os elementos Al, Ga, In e Tl. Debaixo do carbono escribiría: "**Como si la gente sonriera**" (C, Si, Ge, Sn) debendo lembrar que ao final vén o chumbo. Nos comentarios súxírense varias alternativas para incluír ao chumbo na frase anterior. Para o grupo do nitróxeno sinala: "**Ninguna profesora asturiana sobrevive en Bilbao**", é dicir, N, P, As, Sb, Bi. A do osíxeno lese de abaixo cara arriba: "**Podría tener sentimientos si olvidase**" para Po Te, Se, S e O. Para os halóxenos involucra dous equipos de fútbol: "**El Fútbol Club Barcelona y Atlético**", é dicir, F, Cl, Br, I (cambia a "y" por "i") e At. Para os gases nobres di: "**He nacido en Aragón, criando sentimiento y corazón**", que require a transformación da "s" de "**sentimiento**" a unha "X" para o xenón. O vídeo ten máis de 2.300 comentarios e no pé de páxina recolleemos algunhas suxestións.

O vídeo "**How To Memorize The Periodic Table- Easiest Way Possible to Remember Elements!**"¹²² Estende o modo de aprendizaxe mediante imaxes que combina dun modo sinxelo de xeito que permita lembrar un elemento e os seus veciños. Indica que a primeira etapa para memorizar a Táboa Periódica dos elementos é crear imaxes para eses elementos, dado que "**o cerebro lembra mellor as imaxes que unha palabra que escoite**" e divide o proceso nas etapas seguintes:

1.- Converte os elementos en imaxes. Por exemplo: Hidróxeno: pode ser que vises a alguén dicindo "Ola" (*Hi, Hello*, no orixinal), así que este saúdo lembrarache ao hidróxeno. Para o helio imaxina un globo ascendente repleto do gas. E para o litio imaxina unha batería, porque hoxe en día son moi frecuentes. Para o berilio imaxínase un oso (*bear*, en inglés) e para o boro unha táboa de madeira (Board: taboleiro). Para o carbono imaxina un coche (*car*, en inglés) que conduce, para o nitróxeno un cabaleiro (*Knight*, en inglés, xa que o *K* non se pronuncia) como Sir Lancelot, e o osíxeno sería lembrado mediante unha máscara de osíxeno. Como último exemplo para o fluor imaxínase un chan (*floor*, inglés).

2.- A segunda etapa é crear un lugar onde almacenar esta información. Utiliza a técnica denominada "**Método de loci**" ou "**Palacio de memoria**". O ilustra co seguinte exemplo: un pode imaxinar un mapa da nosa propia casa, que xa temos memorizada, e un número de mobles da mesma. Permanecendo na porta de cada habitación nomear 5 pezas do mobiliario en cada habitación (cociña, cama, frigorífico, libros, lámpadas...), sendo mellor obxectos voluminosos que pequenos. Facéndoo así constrúe o *palacio da memoria*.

Agora debemos unir cada peza de mobiliario de cada habitación. Así que volvendo ás imaxes dos elementos, podemos imaxinarnos dicindo "**Hi**" a alguén que nos saúda mentres que un globo ascende portando colgada unha batería de litio. Isto nos lembraría ao H, He e Li. Para os tres seguintes elementos (Be, B, C) propón imaxinar un oso (*bear*) que está colocando un taboleiro (*board*) de madeira sobre un coche (*car*). Para o N, O e F, imaxina ao "*knight*" cunha máscara de osíxeno e

Alfonso Roldán Amador: *Al, Si, P, S, Cl: Alumbra siempre pero sin claridad.*

Brigllith Mora: *Para la fila del flúor, podría ser: F-uiste CL-aro BR-ebe I Astuto (F, Cl, Br, I, At).*

Iraitz Martinez: *Propone bastantes alternativas y señala: "La mayoría las forme yo, lo más recomendable es que si tenéis tiempo os hagáis frases propias y las relacionéis con cosas de vuestro día a día o que sean de vuestro agrado y sencillas de recordar.*

Etc.

¹²² How To Memorize The Periodic Table - Easiest Way Possible to Remember Elements! <https://www.youtube.com/watch?v=T8yqpgnNAxQ>. **Ron White Memory Expert - Memory Training & Brain Training**. Publicado o 12 de abril de 2016. Visualizacións:372.925. Duración: 7min16s.

camiñando sobre un chan (*floor*), por exemplo, de moqueta. Agrupando os elementos de tres en tres, necesitaremos 40 pezas de "*mobiliario*" para a memorización completa da Táboa Periódica.

O método, tal e como foi exposto, permitiría memorizar os elementos en orde do seu número atómico. Se se queren memorizar os grupos, poñeríamos todos os gases nobres nunha habitación, os halóxenos noutra e os metais alcalinos nunha terceira.

Kyle Buchanan de "*Memory Academy*" parte de que "*memorizar é crear conexións entre unidades de información e a memoria humana é fundamentalmente visual*".¹²³ Recollemos agora a historia dos cinco primeiros elementos.¹²⁴ Trátase de imaxinar unha toma de auga (= *hydrant*) para o hidróxeno, vermella e pesada que é elevada por un enorme globo de helio. O litio (*lithium* soa como *lithp*, pero se unha persoa ten sigmatismo *-lisp-* é incapaz de pronunciar "*lisp*" e di "*lithp*"). Así que o globo que imaxinamos ten un pequeno poro polo que perde aire, desinflándose e producindo o son "*listth*". Unha abella aterra sobre o globo e o lame dicindo "*that' s really yum*" (= *eso está moi rico*). O berilio - *Beryllium*- pronunciado lentamente soa como "*Bee really yum*". Despois de probar o globo, a abella ponse a virar sobre si mesma co aguillón sobre o globo, tal e como o fai un trade (*bore on* =tradar; *Boron*).

Vexamos agora a memorización dos elementos dende o 6 ao 10 mediante a visualización da historia exposta no vídeo "*How To Memorize The Periodic Table- Easiest Way Possible (Video 1)*".¹²⁵ Primeiro establece a seguinte regra de ouro: "*Retrata claramente cada imaxe na túa mente*". O quinto elemento é o boro e xa vimos que se pode lembrar imaxinando unha abella (*bee*) comezando a perforar un globo co seu aguillón. O sexto é o carbono e en inglés (*carbon*) soa como coche-bomba (*car bomb*). Así que imaxina que do globo, cae en picado a pesada toma de auga sobre un coche do exército (*jeep*). Como consecuencia da colisión se esparcen pezas do *jeep* por todas partes alcanzado aos transeuntes que gritarán "*Oh my God, it' s a car bom!*".

Cando se pronuncia lentamente "*nitrogen*" en inglés, soa como "*night row xen*", sendo "*xen*" a abreviatura dun xeneral do exército. Este xeneral é o propietario do *jeep* destruído pola toma de auga. Afortunadamente, o coche estaba baleiro porque o xeneral estaba remando (*row*) pola noite (*night*), así que debemos visualizar ao xeneral realizando esta actividade. E como o fai bastante a miúdo, a soldadesca chámalle o "*night row xen*". Lembraremos o oitavo elemento mediante unha máscara de osíxeno, como as que teñen os avións para casos de emerxencia. Así que imaxinaremos ao xeneral finalizando unha esgotadora sesión nocturna de exercicio. Atópase exhausto e necesita osíxeno polo que ten que utilizar unha máscara para recuperar o alento. O noveno elemento, flúor (*fluorine*) que en inglés soa parecido ao xel de fluor (de textura máis ben rara) que os dentistas poñen nos nosos dentes. Imaxinemos agora ao xeneral coa máscara e a súa boca chea do xel, lembrando así ao flúor. Por último, o décimo elemento é o neón (= *neon teeth*) e lembremos os letreiros luminosos de neón dos casinos de Las Vegas. Así que para lembrar o neón, imaxinaremos que o xeneral cuspiu o xel e os seus dentes relocen brillantemente con cores diferentes.

En definitiva, a historia permite lembrar os dez primeiros elementos e, polo tanto, o que debemos lembrar é a historia que levará asociada os nomes dos mesmos.

O autor ten vídeos para os 118 elementos. Para os elementos máis pesados narra a seguinte historia.¹²⁶ Para simplificar deixaremos os nomes en inglés. Imaxina un enorme estadio que alugou un xeneral (

¹²³ <https://www.memorize.academy/p/memorize-the-periodic-table>

¹²⁴ How to Memorize The Periodic Table. Easiest Way Possible (Video 1). <https://www.youtube.com/watch?v=YdXuSftZELQ>. Memorize Academy. Publicado o 19 de setembro de 2014. Visualizacións: 1.782.291. Duración: 5min13s.

¹²⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=jQXmn0uMJYk&index=2&list=RDYdXuSftZELQ>

¹²⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=A0pZIKOu9PU&list=PLguLDsaCk2rN5nM-TZU7UMwOQBTCGLGia8&index=3>. Publicado o 1 de decembro de 2016. Visualizacións: 67.919 Duración: 5min10s.

rent xen = roentgenium; elemento 111). Ves ao xeneral, que é a única persoa presente no estadio, achégaste a el e observas que ten uns xeonllos raros feitos de cobre (*cooper knees = Copernecium*; elemento 112), que ao chocar cando o xeneral camiña producen un son metálico. O xeneral achégase a unha pedra de afiar (= *honning*) coitelos e se dispón a afiar os seus xeonllos (*knee honning = Nihonium*; elemento 113). Unha gran "V", de color rosa fluorescente (xa temos "*fluoro V*" = *Flerovium*; elemento 114) cae do ceo e aterra sobre a pedra, interrompendo ao xeneral. Chega unha vaca (= *cow*), cuberta de musgo (= *moss*; xa temos "*moss cow*" = *Moscovium*; elemento 115) que lle dá unha dentada á "V". Chega un fígado (= *liver*) con patas que tamén morde a "V". Aínda que a "*moss cow*" apártao, o "*liver*" mostra un prato e pide máis (= *more*; xa temos *liver more = Livermorium*; elemento 116). Nun escenario, o fígado é colleito por un tenor (= *tenor*) que está no medio dunha escena (= *scene*) con outros tenores, e xa temos *Tennessine* (= *tenor scene*; elemento 117). No escenario, descorren algúns panos descubrindo un gran niño (= *nest*), no que está sentado un ogro (= *ogre*) e xa temos *Oganesson* (= *ogre nest*; elemento 118). O ogro é grande e verde, lonxe de ser atractivo, e non ten nin idea do que está facendo no niño. Rematou a Táboa Periódica.

O vídeo "*How to Memorize Periodic Table easily with Story in few Minutes (Memorization Tips)*"¹²⁷ é unha especie de transición entre as simples regras memorísticas e a creación de historias que axuden a memorizar a Táboa Periódica. Suxire frases memorísticas para todos os períodos (as frases están recollidas no pé de páxina) e van acompañadas de pequenas historias. Algunhas non as consideramos moi afortunadas. Por exemplo, para o período do potasio, xa que hai moitos elementos no mesmo, propón dividilo en dúas seccións. Para a primeira, mostra a un Director (= *Principal*) falando coa profesora de Ciencias que parece estar moi irritada xa que "*Principal Called Science Teacher Very Cruel; Ma'am Irritated*". Como *Principal* empeza por "*P*" debería lembrarnos ó potasio (aínda que o seu símbolo é *K*), e o "*T*" de *teacher*, debe lembrarnos ao Titanio "*Ti*". En "*Ma'am*" non aparece o "*n*" do manganeso, e as dúas letras iniciais de "*Irritated*" deben lembrarnos ao *Iron* (= ferro) aínda que o seu símbolo é *Fe*.

9. ENIGMAS, ADIVIÑAS, CREBACABEZAS...

Os pasatempos, incluíndo os citados no título, ou os crucigramas son ferramentas útiles no acto educativo. Xa en 1955¹²⁸ se publicaron crucigramas e outros enigmas en "*The Journal of Chemical*

¹²⁷ How to Memorize Periodic Table easily with Story in few Minutes (Memorization Tips). <https://www.youtube.com/watch?v=I3MCw4zDTGw>. ExamFear Education. Publicado o 10 de abril de 2017. Visualizacións: 518.647. Duración 25min55s.

Período 1: Hi; Hello

Período 2: Lion Below Burnning Car Needs Oxygen For New-Life

Período 3: Shoddy Magician Aligned Six Phones Successfully, Classic Art.

Período 4: Principal Called Science Teacher Very Cruel, Ma'am Irritated

Período (4), second half: Cobbler Nick Copied "Zinc Girl" German Art, selfish Brother Cried.

Período 5: Ruby Struck in Yuck Zoo, Nice Monk Tackled Rude Rhino

Período 5, second half: Pay Silver Coin in Tin And Tell "I eXceed"

Period 6: Sister Barry Lanthony Certified Press News Promptly

Período 6: Some European Godly Teachers Discussed Holy Era Thought-""Why Loot?""

Período 6: Hafiz's Tantrum Tamed Rain Of Iranian Plateau.

Período 6: Gold Merc, That Lead British Police Arrest Radicals

Período 7: French Radio Actor, Through Proofs, Urged Newpew Pluto in America To Cure Beri-Beri in California

Período 7: I Firmly Meld Noble Laws

Período 7: R D S(x) Bom-maker Has Met Daring Roya Cop Nihan.

¹²⁸ [Crossword puzzle](#). Bert H. Clampitt. *J. Chem. Educ.*, 1955, 32, 449. DOI:10.1021/ed032p449

Education", e, dende entón, non deixaron de aparecer novas propostas, incluíndo algunha referida aos elementos químicos.¹²⁹ En Amazon se vende un crebacabezas de mil pezas da Táboa Periódica (custo \$15)

YouTube non é alleo a esta actividade. O vídeo de E. Rosado¹³⁰ expón a Táboa Periódica como un crebacabezas a resolver. O vídeo recibiu fortes críticas nos comentarios. Por exemplo "*sagar A*" indica que "*Non investigaron moito antes de facer o vídeo. A Táboa Periódica que mostran foi feita por Moseley, non por Mendeleev*".

O vídeo "*Periodic Table Puzzle*"¹³¹ mostra a un grupo de rapaces con moitas tarxetas cadradas pequenas. Cada unha delas leva escrito o símbolo químico dun elemento. As colocan unhas á beira das outras, seguindo o formato da Táboa Periódica. Na parte superior esquerda da imaxe, se observa unha Táboa Periódica que utilizan como guía.

No vídeo "*Periodic Puzzle of Elements*"¹³² se segue unha estratexia similar, aínda que en este caso as pezas teñen a forma típica dos "*puzzles*" comerciais con centos ou miles de pezas que, ben situadas, compoñen unha paisaxe ou calquera outra imaxe. O vídeo mostra como se vai construíndo a Táboa Periódica a medida que os elementos químicos van ocupando o seu lugar. As casas dos lantanoides e dos actinoides, ás beiras de bario e radio, se mostran en branco. Mediante color avermellada se mostra a esqueira que separa os elementos metálicos dos non-metálicos e, mediante pezas complementarias, o crebacabezas adopta un forma cadrada.

Particularmente interesante é o vídeo "*Periodic Table Tarsia Puzzles*".¹³³ O funcionamento dos *Tarsia* visualízase moi facilmente mediante a operación da multiplicación (Figura 3). Imaxinemos un hexágono regular, dividido nos seis triángulos equiláteros interiores. Se o lado dun triángulo leva unha operación de multiplicación, por exemplo " 2×7 ", debe ser fronteirizo con outro triángulo que leve o resultado, neste caso " 14 ". Canto maior é o número de triángulos equiláteros máis difícil será atopar a resposta. As preguntas poden ser tan complexas como se desexe. A orientación do escrito é sempre a que corresponde coa colocación dese lado como base do triángulo. Unha vez recortados e mesturados

Crossword puzzle. Bert H. Clampitt. *J. Chem. Educ.*, **1955**, 32, 519. DOI: 10.1021/ed032p519

Crossword puzzle. Bert H. Clampitt. *J. Chem. Educ.*, 1955, 32, 632. DOI: 10.1021/ed032p632

Chemical crossword puzzle. Ronald A. Schneider, *J. Chem. Educ.*, 1964, 41, 405. DOI: 10.1021/ed041p405

Chemical crossword puzzle. Ronald A. Schneider, *J. Chem. Educ.*, 1966, 43, 445. DOI: 10.1021/ed043p445

Qualitative organic chemistry puzzle. James C. Traynham, *J. Chem. Educ.*, 1964, 41, 9, 476. DOI: 10.1021/ed041p476

Crossword puzzle on inorganic chemistry. Leonard F. Druding, *J. Chem. Educ.*, 1973, 50, 773. DOI: 10.1021/ed050p773

Molecular weights come of age. J. Tietjen, *J. Chem. Educ.*, 1987, 64, 401. DOI: 10.1021/ed064p401

Spiral Puzzle for Organic Chemistry Students. Ender Erdik, *J. Chem. Educ.*, 2003, 80, 428. DOI: 10.1021/ed080p428

Chemistry Sudoku Puzzle. Mary Saecker, *J. Chem. Educ.*, 2007, 84, 577. DOI: 10.1021/ed084p577

A Disciplined Chemical Puzzle. Miguel Peris, *J. Chem. Educ.*, 2007, 84, 609. DOI: 10.1021/ed084p609

Amino Acid Crossword Puzzle. Paul A. Sims, *J. Chem. Educ.*, **2011**, 88, 434. DOI: 10.1021/ed100780n

¹²⁹ Elements Are Everywhere: A Crossword Puzzle. Susan G. Cady, *J. Chem. Educ.*, **2012**, 89, 524. DOI: 10.1021/ed1004323.

¹³⁰ Resolviendo el puzzle de la tabla periódica - Eric Rosado.

<https://www.youtube.com/watch?v=O-48znAg7VE>. TED-Ed. Publicado o 12 de decembro de 2012. Visualizacións: 610.709. Duración: 4min18s.

¹³¹ Periodic Table Puzzle. https://www.youtube.com/watch?v=-J3qQ_FEHew. gillettelabs. Publicado o 15 de setembro de 2014. Visualizacións: 454. Duración: 1min6s.

¹³² Periodic Puzzle of Elements. <https://www.youtube.com/watch?v=yCFDea55XDE>. Ultimate Sage 495. Publicado o 23 de maio de 2017. Visualizacións: 242. Duración: 2min6s.

¹³³ Periodic Table Tarsia Puzzles. <https://www.youtube.com/watch?v=QYNm1Z1HcKo>. Bond with James. Publicado o 28 de novembro de 2015. Visualizacións: 3935. Duración: 2min47s.

os triángulos trátase de reconstruír (resolver) ordenadamente o crebacabezas.¹³⁴ Con todo, non é imprescindible restrinxirse ao triángulo xa que só se require que o teselado complete o espazo, aínda que para unha construción sinxela, os triángulos e os cadrados son os polígonos máis adecuados. A Figura 3 mostra un exemplo sinxelo para a Táboa Periódica e como o teselado pode medrar indefinidamente.

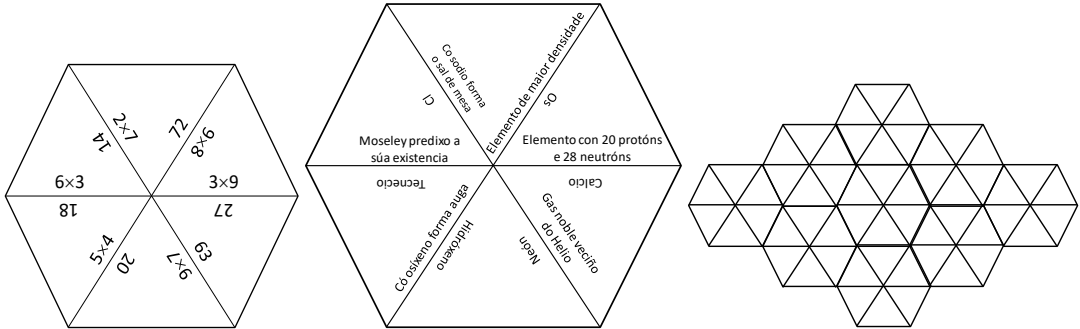


Figura 3. Exemplos de crebacabezas Tarsia.

No vídeo "*Periodic Table Puzzle Application for Android*"¹³⁵ se presenta unha aplicación para Android dos teléfonos móbiles. O vídeo, mudo, mostra un móbil cunha cuadrícula sobre o que se vai colocando cada elemento químico. Nada que non poida facerse con papel. Aínda que, se se desexa ao premer nun elemento, o móbil conéctase con internet para obter información do mesmo.

Finalmente, no vídeo "*Periodic Table Puzzles*"¹³⁶ se presenta un crebacabezas no que aparecen unhas poucas casas baleiras correspondentes aos tres primeiros períodos da Táboa Periódica. Aparte, se ofrece unha serie de elementos químicos, con símbolos químicos ficticios, que logo hai que colocar nas casas da Táboa Periódica baleira. Por exemplo: "X" ten un proton no seu núcleo; "Q" ten dous niveis de enerxía, é un non-metal e é sólido a temperatura ambiente; "M" é un metal do terceiro período con dous electróns de valencia; ou "U" e "J" son metais alcalinos e "J" ten máis niveis de enerxía. Non aparece a solución.

En "*Breaking Good- Periodic Table Puzzle Matching Game*"¹³⁷ se presenta o xogo informático "emparella tres". Búscase o símbolo dun determinado elemento, emparellanse tres e, cando se consegue, desaparecen. O dispositivo é un cilindro composto por coroas circulares que portan elementos químicos (moi repetidos moitos deles). Estas coroas poden xirar horizontalmente mentres que, verticalmente, as casas poden intercambiarse, unha de cada vez, cara arriba ou cara abaixo.

10. COMENTARIOS

O propósito deste capítulo é ofrecer unha panorámica, forzosamente reducida, do moito que dos vídeos de *YouTube*, correctamente utilizados, podemos (1) aprender e (2) utilizar como ferramenta didáctica. É obvio que non entendemos que esta vía de información sexa substitutiva da bibliografía

¹³⁴ How to solve a tarsia puzzle. https://www.youtube.com/watch?v=ljWjJSRnt_Q. Ms. Denton. Publicado o 29 de novembro de 2016. Visualizacións: 12.378. Duración: 4min18s.

¹³⁵ *Periodic Table puzzle application for Android*. https://www.youtube.com/watch?v=0Glb_OGkXd8. 小野順司. Publicado o 4 de xullo de 2012. Visualizacións: 3.048. Duración: 5min1s.

¹³⁶ *Periodic Table Puzzles*. <https://www.youtube.com/watch?v=4d2JKaecl4k>. heymisschem. Publicado o 24 de agosto de 2012. Visualizacións: 230. Duración: 1min24s.

¹³⁷ *Breaking Good- Periodic Table Puzzle Matching Game*. <https://www.youtube.com/watch?v=AJTIXkz3SRM>. Shredder-Gaming For Science. Publicado o 19 de febreiro de 2018. Visualizacións: 63. Duración: 7min47s.

escrita habitual, e aínda menos, da figura ineludible do profesor, pero tampouco a podemos ignorar por ser menos convencional ou máis inusual.

Nun artigo publicado por "*El Tiempo*"¹³⁸ en 2009, se relata como o estudante J. G. Carillo, grava co seu móbil as clases do mestre B. Herrera. Logo as transcribe e as vende. Foi requerido ao respecto e contestou: "Eu teño unha oferta e eles unha demanda profesor. É o que vostede nos ensinou". Con esta resposta, o mestre ficou sen saber canto custaban as súas palabras no "mercado". Obviamente, este estudante non é o único que fai uso das novas tecnoloxías como a maneira máis eficaz de tomar apuntes e estudar. Os mesmos profesores "esfórzanse moito por facer as súas clases máis visuales, máis interactivas", segundo A. Obando no mesmo artigo. Remata coa conclusión "*...parece que as novas tecnoloxías chegaron non só para ficar nas aulas, senon para transformar por completo o vello concepto do mestre, a tiza e o encerado*".

É necesario evitar o risco de utilizar estas tecnoloxías para substituír as obrigas docentes do profesor. No capítulo "*La recolección del algodón*" do libro "*Disfruta tu ocio*",¹³⁹ Carlos G. Valle conta a seguinte historia: "Contamos o caso do profesor que, ao ter que ausentarse un día do curso de conferencias esenciais para a boa formación dos alumnos, lles anunciou que ese día e a esa hora faría que instalaran na aula e puxeran en marcha o magnetófono coa cinta sonora que el tiña gravada na que explicaba todo o que correspondía impartir naquela hora. Así os alumnos podían tomar os apuntes correspondentes. Pero non se ausentou, e á hora da clase acercouse por detrás para observar como reaccionaban os alumnos ante o experimento. O que viu foi unha aula baleira, e unha gravadora en cada pupitre gravando debidamente o que a cinta sobre a mesa do profesor lles ditaba. Ciclo completo. Universidade a distancia. Sobran os cursos. Xa se definira o ensino universitario nos bos tempos como o paso das notas do profesor aos apuntes dos alumnos sin pasar polo cerebro nin dun nin dos outros. O relevo o tomaron as máquinas". Fin da cita. Polo tanto, aínda que "*as novas tecnoloxías chegaran para transformar o vello concepto do mestre, a tiza e o encerado*", é necesario evitar "*unha aula baleira, e una gravadora en cada pupitre gravando o que o magnetófono do profesor dita*".

Do mesmo xeito que encerado e tiza son simples útiles mecánicos que só a destra man (o destro saber) do docente convirte en ferramentas didácticas imprescindibles, os vídeos de *YouTube*, e por extensión, toda a capacidade de internet, deben ser instrumentos que faciliten e potencien a aprendizaxe. A visualización/audición é un acto relativamente pasivo que só será útil se ten unha continuidade activa na aula. Nas "*Recomendaciones para el alumno*" do libro que se referencia,¹⁴⁰ Ira N. Levine aconsella textualmente: "O propósito deste manual é axudarte a aprender... Ese propósito non se alcanzará se usas este manual para aforrar tempo e traballo cando resolvas os teus problemas. Non se pode aprender a tocar a guitarra con só ler libros titulados "como aprender a tocar a guitarra" ou contemplando como o fan outras persoas. Pola contra, a mellor maneira de emplear o teu tempo é practicar coa guitarra... Usa este manual como incentivo para resolver problemas, non como método para aforrar traballo". Este é un axioma ineludible, intimamente conectado co feito de que a función do profesor non é tanto ensinar como conseguir que o alumno aprenda. Para iso ten que valerse da súa habilidade no manexo das ferramentas didácticas das que dispón. E para ensinar/aprender a Táboa Periódica, *YouTube* é unha delas.

Outro aspecto a considerar é a duración dos vídeos publicados.¹⁴¹ Vídeos de duración preto aos 60 min como "*Empire of the Ants*" ou "*It's Rocket Science!*" eliminarían a actividade do profesor se son emitidos na súa totalidade nunha clase habitual. Facelo, non debe ser a norma. Aínda así, estes vídeos non perden a súa utilidade, sobre todo se consideramos a súa extraordinaria calidade, xa que baixar e

¹³⁸ "En clase, estudiantes ahora se valen de cámara y grabadoras para registrar las lecciones". REDACCION EL TIEMPO. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-6533787>. Publicado el 07 de noviembre 2009.

¹³⁹ "Disfruta tu ocio" Carlos G. Valles. 2010. San Pablo, Bogotá, Colombia. ISBN 978-958-715-434-4

¹⁴⁰ "Problemas resueltos de Fisicoquímica". Ira N. Levine. MacGraw-Hill. México. 1982. ISBN: 84-85240-20-0.

¹⁴¹ A duración dos vídeos referenciados está indicada á beira de cada URL.

editar vídeos é moi sinxelo. Entón o profesor pode seleccionar fragmentos específicos que o axuden no seu labor. Alternativamente, poden ser visionados como actividades complementarias. Pero a duración da maioría dos vídeos está comprendida entre 4 e 10 minutos, non necesitando edicións ou fragmentacións posteriores. Os que modifican a letra de cancións famosas, están circunscritos á propia duración da canción orixinal elexida.

Os vídeos aquí recollidos son unha mostra clara das notorias diferencias da calidade cinematográfica, así como de contido, existente entre os mesmos. Isto está intimamente relacionado coa entidade, particular ou institucional, promotora do vídeo. É necesario lembrar que a orixinalidade ou a calidade do vídeo non son exixencias requeridas para a publicación. Por isto, a busca de calidade obriga á visualización de moitos vídeos para ao final salvar moi poucos. De feito, moitos dos recollidos neste capítulo, non os utilizaríamos para as nosas labores docentes.

Tampouco o número de visualizacións se pode utilizar como índice de calidade. Do mesmo xeito que se selecciona un libro de texto ou unha referencia bibliográfica, a elección dun vídeo obriga a visionar moitos outros para garantir que ten a calidade que desexemos, tendo en conta tamén o nivel de coñecementos previos e posteriores que aconsellan a súa visualización xa que os vídeos abarcan niveis educativos moi diversos. Tampouco esquezamos que detrás de algúns vídeos hai un propósito comercial, máis o menos encuberto (venta de cursos, anuncios de academias, etc.). Tamén é importante ser conscientes de que boa parte dos mellores están publicados en idiomas distintos ao noso habitual.

Sempre que esté baixo o control do docente, tampouco deba preocupar a existencia dun erro nun vídeo concreto. Antes ben, a detección do mesmo pode ser utilizada como unha arma educativa importante. Por exemplo, no vídeo "*How it's made-Aluminium cans*",¹⁴² no proceso de lavado dos botes de aluminio se indica que "... se utiliza auga desionizada, auga neutra sen pH...". É obvio que unha disolución acuosa ten un valor de pH maior, igual ou menor que 7, pero sempre ten un valor de pH. Así que é fácil deseñar un xogo de "Busque o erro", parecido aos de búsqueda de erros entre dúas viñetas semellantes, tan típicas dos xornais da prensa diaria.

É dubidoso o valor da aprendizaxe da Táboa Periódica como simple exercicio memorístico obviando a información que subxace na mesma, así como a súa capacidade de predición como demostrou a primeira proposta de Mendeleev.

¹⁴² How it's made - Aluminium cans. <https://www.youtube.com/watch?v=V4TVDSWuR5E>. TheFBIfiles man. Publicado o 10 de marzo de 2013. Visualizacións: 1.309.878. Duración: 4min45s.