

DE HIDRÓXENO A HIDRÓXENO

FIDALGO FERNÁNDEZ, JESÚS

IES Rosalía de Castro

1. INTRODUCCIÓN

Vou falar de memoria e a memoria é fráxil e selectiva, cada vez máis fráxil, máis selectiva, e máis politicamente incorrecta, por iso pido desculpas anticipadas se os feitos diverxen da realidade; pero isto pretende ser unha visión persoal, case introspectiva, da miña relación coa Táboa Periódica.

Por onde comezar?... Nun exceso de orixinalidade, polo principio: o hidróxeno. É o primeiro elemento que me veu a mente á hora de establecer esta relación miña coa Táboa Periódica. As razóns poderían ser múltiples, pero elixamos a mais pragmática: Instituto de Bacharelato Xoán Montes, Lugo, Xuño de 1988. Oposicións de Agregados de Bacharelato. Tema a desenvolver: Ácidos e bases.

Obviando o feito de que a famosa “transferencia de protóns” leve a confusións derivadas da incorrecta apreciación que resulta de empregar H^+ en vez de H_3O^+ , aí comeza todo o que teño que agradecerlle a ese transcendental elemento da Táboa Periódica. E non só polo soporte e estabilidade económica, senón por permitir que se me pague por facer algo do que desfruto.

2. NA BÚSQUEDA DUN LUGAR NO MUNDO

Resulta curioso o caso de hidróxeno, porque a pesares das dificultades para situalo: Un metal alcalino?. Non parece moi rigoroso. Claro que a metalización do hidróxeno conduce a preguntas do tipo: Que é un metal?, Cando é un metal? ou Onde é un metal?. Unha resposta a esta última deixa tres lugares: nun laboratorio que permita traballar a 460 GPa, Xúpiter ou nas proximidades duna estrela de neutróns.

Que é, pois, o hidróxeno? Onde deberíamos ubicalo? Tense dito que a Táboa Periódica é un exemplo de fiabilidade, pois asigna unha posición específica a cada elemento, sen embargo, a busca dunha familia para o hidróxeno parece que xa se deu por abandonada.

O hidróxeno representa a dificultade de trasladar ao alumnado a idea de que a ciencia non ten límites definidos. Aínda que, dende Aristóteles, levamos séculos intentando clasificar á natureza, sempre hai que manter abertas as fronteiras ao que non encaixa na nosa clasificación. Porque nin a química orgánica é só a química do carbono, nin o carbono forma só compostos orgánicos; porque hai compostos formados polos “inertes” gases nobres; porque hai metais que se combinan covalentemente cos non metais. O problema é que o público ao que nos diriximos demanda unha seguridade e autoridade na ciencia que, se afondamos un pouco, non a ten.

Pobre hidróxeno, sen familia propia á que ligarse, sen unha química propia para xustificarse, aínda sendo o elemento mais abundante de todo o Universo, arredor do 88,7% de todos os átomos, iluminando os nosos días coa súa fusión, cun produto da súa oxidación indisolublemente ligado ás nosas vidas e sendo, ademais, o terceiro elemento mais abundante na codia terrestre (15,5%). Este pequeno elemento, con un único electrón é, de entre os 118 elementos da Táboa Periódica, o que forma parte do maior número de compostos químicos, naturais e sintéticos. Unha pescuda da súa química, bastaría para achegarnos a toda a Táboa Periódica [1].

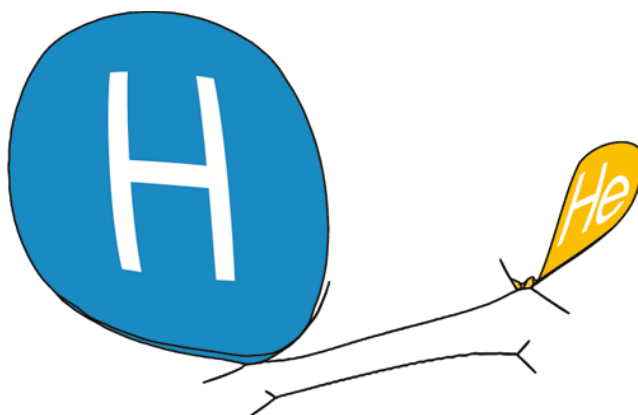


Figura 1. Cartograma de difusión da Táboa Periódica segundo a abundancia dos elementos no universo [Fonte: Winter, M. J. (2011). *Diffusion cartograms for the display of periodic table data. Journal of Chemical Education*, 88(11), 1507-1510].

O hidróxeno é, neste senso, un paradigma de indefinición. Tirando dos típicos tópicos, sería un digno exemplo de galeguidade. Á inevitable pregunta: “*e ti de quen es?*”, o hidróxeno respondería cun: “*depende*”. Resulta salientable que despois de 150 anos da súa construción, o lugar que deba ocupar o hidróxeno na Táboa Periódica sexa motivo de controversia [2].

A Táboa Periódica pretende reflectir a periodicidade das propiedades físicas e químicas dos elementos coa variación crecente do seu número atómico; sen embargo, hai una sorprendente carencia de comparacións directas entre a química do carbono e a do hidróxeno, aínda que moitas

[1] Greenwood, N. N., e Earnshaw, A. (2012). *Chemistry of the Elements*. Elsevier. Capítulo 3.

[2] Sacks, L. J. (2006). Concerning the position of hydrogen in the periodic table. *Foundations of Chemistry*, 8(1), 31-35.

O recoñecemento do hidróxeno como un elemento ao longo dos séculos XVI e XVII forma parte da enmarañada rede de experimentos que marcaron a transición da alquimia en química. Ata case o fin do século XVIII, o hidróxeno estivo ligado ao concepto do floxisto, sendo H. Cavendish o que, en 1766, estableceu de forma concluínte que a auga era un composto de osíxeno e hidróxeno.

Velaí a dous dos mais emblemáticos elementos da Táboa Periódica, condenado un deles, o hidróxeno, a non ter un familia química propia e subestimado o osíxeno ante o poder e versatilidade do carbono para o deseño e síntese de novas moléculas que levaron a que a química orgánica dominase o mundo da química dende o século XIX ata a actualidade. Porque o osíxeno reacciona espontaneamente con todos os elementos, agás os gases nobres, para formar moléculas poliatómicas, das que a auga sexa, sen lugar a dúbidas, a mais representativa.

E a auga representa outra estación onde conviría deterse. Porque a auga do mar de Muros e Noia, empapou 15 anos da miña traxectoria profesional. Auga mesturada de sal, de vida e dos sabores de lugares tan diferentes e tan semellantes como Stockholm, Napoli, Partinico, Lund, Patras ou Oostende.

Os retos aos que nos enfrontamos como profesores e profesoras esixe a busca constante de estratexias de ensino que fomenten a comprensión conceptual dos conceptos fundamentais de cada materia para desenvolver habilidades de pensamento crítico que conduzan a unha reflexión sobre as cuestións sociais, históricas e filosóficas relacionadas con eles. Deixando de lado a perversa linguaxe a que nos obriga á elaboración das programacións didácticas, e sendo mais prosaico, deberíamos buscar que os nosos contidos servisen para algo.

Esta teima por conseguir integrar as materias na vida cotiá foi o que nos levou, no I.E.S. Campo de San Alberte de Noia, en 1998, a establecer un intercambio escolar co Skårholms Gymnasium de Stockholm. O título do proxecto era "*Noia-Stockholm: Towns of water*" e o que se pretendía era achegarse ao estudo da auga como recurso, como fonte de enerxía, como vehículo de evacuación de substancias de desfeito e como medio empregado para fins recreativos. Pero por enriba de todo, á idea de que o que se ensina en química, en bioloxía, en física, en xeografía ou en inglés ten utilidade. Unha utilidade que, como mínimo, serviulle para coñecer Stockholm ao alumnado que tivo a oportunidade de viaxar alí.

Despois chegaría o proxecto Comenius: "*The sea: a background to a comparative environmental study*" que, durante 3 anos, enlazaría Noia con Napoli, Partinico e Lund, primeiro e Oostende e Patras, despois. Proxectos que perseguen un principio: "*Always look on the bright side of life*" [7]. Porque, queiramos ou non, a natureza técnica das ciencias e o cada vez mais separados que están moitos dos contidos da química dos intereses que moven ao noso alumnado fan que a transversalidade deste tipo de proxectos contribúa a coñecer a relevancia da química e dos químicos na vida cotiá, sen fronteiras de país, clase, lingua ou relixión. E, desde esta perspectiva, a Táboa Periódica pode servir de inestimable axuda para deseñar actividades para achegarse a diferentes perspectivas lingüísticas, xeográficas, históricas, sociais, de xénero...porque na táboa aparece resumida non só a historia da ciencia, senón a mesma historia da humanidade, desde a idade da pedra ata a actualidade.

4. UNHA TÁBOA PERIÓDICA, DIFERENTES PERSPECTIVAS

A incorporación da física e química como materia CLIL (*Content and Language Integrated Learning*) foi unha proposta metodolóxica iniciada en 1999 coa intención de mellorar as

[7] Monty Python (Composer) (1992). *Always look on the bright side of life Lyrics*. Eric Idle. In Monty Python: Monty Python Sings.

competencias lingüísticas nas linguas estranxeiras a través de materias non lingüísticas e que levaría a creación das Seccións Europeas, Seccións Bilingües e Centros Plurilingües. Sen entrar no debate da idoneidade do plan, desde a perspectiva da Física e Química, supuxo a incorporación de novas estratexias de aprendizaxe.

En química, o alfabeto básico universal é a táboa periódica. Aprender e memorizar os símbolos e nomes dos elementos en Inglés, Galego ou Español é unha tarefa tan árida de explicar na aula como indispensable como ferramenta de futuro, pois é o alfabeto básico para a linguaxe química.

Calquera actividade que contribúa a facer mais estimulante esta alfabetización debe ser ben recibida. Tense realizado dende xogos de cartas [8,9,10,11] ata tenis de mesa [12] para relacionar conceptos como número atómico, valencia e símbolos químicos. Pero a capacidade dos recursos audiovisuais para facilitar unha aprendizaxe subliminalmente memorística das relacións símbolo- nome- aplicacións dos elementos químicos ao tempo que empregamos o inglés é inigualable. As múltiples adaptacións feitas da canción “*The elements*” de Tom Lehrer [13], das que recomendo a versión actualizada de ASAPSCIENCE [14] son unha ferramenta impagable para o desenvolvemento de contidos de ciencia a través doutras linguas e da música. A este respecto e, dende un punto de vista mais formal, tamén resulta de interese a táboa periódica dos vídeos [15,16], unha proposta de uso indispensable para achegar á aula unha visión mais familiar dos elementos da Táboa periódica. Unha visión que sae fóra dos límites da química, e que permite integrar de xeito transversal ámbitos tan diversos como lingua, historia, xeografía ou arte.

Dende o latín, que explica por que o sodio debe simbolizarse como Na ao alemán que xustifica a utilización de W para simbolizar ao tungsteno, a linguaxe da táboa periódica representa a grandeza dunha ferramenta de uso internacional que non se limita a un único idioma. A pesar de que os intrincados sistemas cerebrais levan a asociacións e confusións complicadas de erradicar, como as que aparecen entre P- potasio ou petróleo, K- calcio, F- fósforo, As- asfalto ou Si- silicona.

Hai moitas maneiras de introducir os diferentes elementos da Táboa Periódica, limitadas unicamente pola imaxinación de quen as emprega. Poderíamos realizar actividades de

[8] Moreno, L. F., Hincapié, G., e Alzate, M. V. (2014). Cheminoes: a didactic game to learn chemical relationships between valence, atomic number, and symbol. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 872-875.

[9] Kavak, N. (2012). ChemPoker. *Journal of Chemical Education*, 89(4), 522-523.

[10] Franco Mariscal, A. J., Oliva Martínez, J. M., & Bernal Márquez, S. (2012). An educational card game for learning families of chemical elements. *Journal of Chemical Education*, 89(8), 1044-1046.

[11] Martí-Centelles, V., & Rubio-Magnieto, J. (2014). ChemMend: A card game to introduce and explore the periodic table while engaging students' interest. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 868-871.

[12] Lee, C. H., Zhu, J. F., Lin, T. L., Ni, C. W., Hong, C. P., Huang, P. H., ... & Ho, M. L. (2016). Using a table tennis game, “Elemental Knock-Out”, to increase students' familiarity with chemical elements, symbols, and atomic numbers. *Journal of Chemical Education*, 93(10), 1744-1748.

[13] Tom Lehrer - The Elements - LIVE FILM From Copenhagen in 1967. [Video].

[14] <https://www.youtube.com/watch?v=VgVQKCcfwnU>. [DVD].

[15] Haran, B., & Poliakoff, M. (2011). The Periodic Table of Videos. *Science*, 332(6033), 1046-1047.

[16] The Periodic Table of Videos - University of Nottingham. (2020). Recuperado o 25 de Febreiro de 2020, de <http://www.periodicvideos.com/>

exploración da presenza dos elementos mais comúns en compostos de uso cotián [17], ou pescudar cal deles son especialmente tóxicos, ou cales presentan unha actividade bioquímica importante. Unha actividade que eu denomino: “*Os elementos no meu nome*” pretende que, despois de identificar os símbolos que poden aparecer nos seus nomes, pescudemos sobre a utilidade, propiedades... dos elementos. Unha actividade moi sinxela, sen complicacións, que pode servir de introdución ao mundo da química en cursos inferiores e que ten unha resposta entusiasta por parte do alumnado. Podemos dirixir a pescuda cara a aspectos concretos (pronunciación, estado físico, isótopos, propiedades radioactivas...) ou deixala aberta aos intereses do alumnado.

J **Es** **US** **FI** **DA** **IG** **O** **Fe** **R** **Na** **N** **DEZ**

Figura 3. *Os elementos no meu nome*

Unha pescuda que podería reconducirse nunha visión crítica das contribucións feitas por cada país nos descubrimentos científicos, e que bastaría para poñer de manifesto o escaso interese social e político que tivo a ciencia no noso país.



Figura 4. Táboa Periódica por país e ano de descubrimento [Fonte: *The periodic table by country and year of discovery (2020)*. Recuperada o 25 de Febreiro de 2020, de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Periodic_table_of_discovery.svg. (Modificada respecto da orixinal coa corrección que asigna o seu descubrimento a Andrés del Río Fernández)]

Tamén permite a posibilidade de discutir o contexto histórico e as incuestionables relacións entre ciencia, tecnoloxía e sociedade que poden derivarse do momento e lugar onde se fixeron e fan os descubrimentos dos diferentes elementos da Táboa Periódica.

[17] Enevoldsen, K. (2020). Interactive Periodic Table of the Elements, in Pictures and Words. Recuperada o 25 Febreiro de 2020, de <https://elements.wlonk.com/ElementsTable.htm>

É de sobras coñecido do dito “Todo depende da cor da cristal con que se mira”, e a visión da Táboa Periódica permite tantas perspectivas coma nos pretendamos. Por iso, non deberíamos esquecer a perspectiva de xénero, porque calquera actividade de aproximación á Táboa Periódica debería levar implícita a visibilización das contribucións das mulleres científicas [18], dende Marie-Anne Pierrette Paulze a Lise Meitner, sen que teñan que quedar reducidas ao ámbito dunha data ou mes concreto.

5. MAIS ALÁ DA QUÍMICA

Unha premisa fundamental é que toda a materia, agás a materia escura, está feita de moléculas e estas están feitas de átomos. A química ocúpase, en esencia, dos electróns que xiran arredor do núcleo. Pero mais aló do núcleo, por debaixo dos femtometros, hai todo un mundo que conduce a unha organización das partículas elementais: fermións (leptóns e quarks) e bosóns. Unha organización que, ao igual que fixo Mendeleev coa Táboa Periódica, pretende dar sentido e xustificación ás propiedades mais íntimas das partículas que constitúen a materia e das súas interaccións. Todo iso resúmese, polo de agora, nun modelo teórico conciso denominado Modelo Estándar, onde o hidróxeno, principio e fin, xoga un papel transcendental.



Figura 5. A fonte de protóns [Fonte: Taking a closer look at LHC - Authors. (2020). Recuperada o 26 Febreiro de 2020, de http://www.lhc-closer.es/taking_a_closer_look_at_lhc/0.authors]

Porque, citando a Ramón e Xabier Cid: “A fonte de protóns é onde todo comeza no CERN” [19] o hidróxeno vén a representar o vínculo entre a química e a física, un vínculo que comeza no mundo químico das moléculas e que remata no universo mecánico-cuántico e relativista da física de partículas.

6. BIBLIOGRAFÍA

Colvin, E. W. (1988). *Silicon reagents in organic synthesis*. Academic Press. p. 2

Cronyn, M. W. (2003). The proper place for hydrogen in the periodic table. *Journal of Chemical Education*, 80(8), 947.

[18] Van Tiggelen, B., e Lykknes, A. (2019). Celebrate the women behind the periodic table. *Nature*, 565(7741), 559–561.

[19] Taking a closer look at LHC - Authors. (2020). Recuperada o 26 Febreiro de 2020, de http://www.lhc-closer.es/taking_a_closer_look_at_lhc/0.authors

Franco Mariscal, A. J., Oliva Martínez, J. M., e Bernal Márquez, S. (2012). An educational card game for learning families of chemical elements. *Journal of Chemical Education*, 89(8), 1044-1046.

Greenwood, N. N., e Earnshaw, A. (2012). *Chemistry of the Elements*. Elsevier. Capítulo 3.

Haran, B., e Poliakoff, M. (2011). The Periodic Table of Videos. *Science*, 332(6033), 1046-1047.

Kavak, N. (2012). ChemPoker. *Journal of Chemical Education*, 89(4), 522-523.

Lee, C. H., Zhu, J. F., Lin, T. L., Ni, C. W., Hong, C. P., Huang, P. H., ... e Ho, M. L. (2016). Using a table tennis game, "Elemental Knock-Out", to increase students' familiarity with chemical elements, symbols, and atomic numbers. *Journal of Chemical Education*, 93(10), 1744-1748.

Martí-Centelles, V., e Rubio-Magnieto, J. (2014). ChemMend: A card game to introduce and explore the periodic table while engaging students' interest. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 868-871.

Monty Python (Composer) (1992). *Always look on the bright side of life Lyrics*. Eric Idle. In Monty Python: Monty Python Sings.

Moreno, L. F., Hincapié, G., e Alzate, M. V. (2014). Cheminoes: a didactic game to learn chemical relationships between valence, atomic number, and symbol. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 872-875.

Paquette, L. A. (1982). Silicon-Mediated Organic Synthesis. *Science*, 217(4562), 793-800.

Patai, S., Rappoport, Z. (1989). *The chemistry of organic silicon compounds*.

Sacks, L. J. (2006). Concerning the position of hydrogen in the periodic table. *Foundations of Chemistry*, 8(1), 31-35.

Sawyer, D. T. (1991). *Oxygen chemistry*. Oxford university press. Páx. 3.

Van Tiggelen, B., e Lykknes, A. (2019). Celebrate the women behind the periodic table. *Nature*, 565(7741), 559-561.

WEBGRAFÍA

Enevoldsen, K. (2020). Interactive Periodic Table of the Elements, in Pictures and Words. Recuperada o 25 de Febreiro de 2020, de <https://elements.wlonk.com/ElementsTable.htm>

Taking a closer look at LHC - Authors. (2020). Recuperada o 26 Febreiro de 2020, de http://www.lhc-closer.es/taking_a_closer_look_at_lhc/0.authors

The periodic table by country and year of discovery (2020). Recuperada o 25 de Febreiro de 2020, de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Periodic_table_of_discovery.svg

The Periodic Table of Videos - University of Nottingham. (2020). Recuperado o 25 de Febreiro de 2020, de <http://www.periodicvideos.com/>

Tom Lehrer - The Elements - LIVE FILM From Copenhagen in 1967. [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=VgVQKcCfwnU>. [DVD].