



10 taules periòdiques per a un any ple de química. Una revisió de l'Any Internacional de la Taula Periòdica als centres de secundària de Catalunya

Carme Grimalt-Álvaro
Centre per a l'Educació Científica i Matemàtica (CRECIM) - UAB
Carme.Grimalt@uab.cat

Víctor López
Institut Pau Vila
Centre per a l'Educació Científica i Matemàtica (CRECIM) - UAB
victor.lopez.simo@gmail.com

Resum • En motiu de l'Any Internacional de la Taula Periòdica (AITP), molts centres educatius s'han sumat a la celebració i s'han dut a terme una gran varietat d'activitats i iniciatives, especialment a secundària. Na de les activitats estrella ha consistit en involucrar l'alumnat en la elaboració de tota mena de taules periòdiques, i moltes aules, passadissos i façanes de centres educatius s'han vist plenes de noms d'elements químics, de nombres atòmics, de grups i de períodes. Però com són aquestes taules? En aquest article, i seguint el mateix afany que Mendeléeiev de classificar i ordenar, hem volgut realitzar una síntesi dels diversos productes que s'han generat en el context escolar. L'objectiu d'aquest recull és reconèixer el treball de tots els docents implicats, i alhora aprofitar l'oportunitat per reflexionar sobre l'ensenyament i aprenentatge de la química a partir de les contribucions de les diverses propostes realitzades.

Paraules clau • Taula periòdica; secundària; química;

10 periodic tables for a year filled with chemistry. A revision of the International Year of the Periodic Table in secondary schools in Catalonia

Abstract • Many schools have joined the celebration of the International Year of the Periodic Table (AITP) and have carried out a wide variety of activities and initiatives, especially in secondary schools. One of the main activities has been to involve students in the elaboration of all kinds of periodic tables, and many classrooms, corridors and facades of educational centers have been filled with names of chemical elements, atomic numbers, groups and periods. But how are these tables? In this article, and following Mendeliev's desire to classify and order, we wanted to synthesise the various products that were generated in the school context. The aim of this collection is to recognize the work of all the teachers involved, and at the same time take the opportunity to reflect on the teaching and learning of chemistry based on the contributions of the various proposals made.

Keywords • Periodic table; secondary; chemistry;

INTRODUCCIÓ

El 2019 s'ha celebrat el 150è aniversari de la publicació del sistema periòdic dels elements químics proposat per Dmitri Mendeléiev, que es considera el naixement de la taula periòdica moderna. Per a commemorar aquest assoliment, l'Assemblea de les Nacions Unides va declarar el 2019 com l'Any Internacional de la Taula Periòdica (AITP) i nombroses organitzacions internacionals amb un gran reconeixement, com la IUPAC (la Unió Internacional de Química Pura i Aplicada) o la IUPAP (la Unió Internacional de Física Pura i Aplicada), així com empreses del sector, han organitzat una gran varietat d'activitats celebrades arreu del món. Moltes d'aquestes activitats s'han aglutinat a la plataforma <https://www.iypt2019.org/>. A nivell català, la Societat Catalana de Química, amb el suport d'altres entitats, ha promogut l'AITP, donant visibilitat, impulsant i organitzat activitats dirigides a diversos públics a través de la seva plataforma (<https://www.taulaperiodica.cat/>) i del Compte de Twitter oficial en català de la celebració de l'Any Internacional de la Taula Periòdica (@LTPeriodica), així com les xarxes socials a través de hastags com #aitp2019 i #iypt2019. Es poden trobar un ampli ventall de materials educatius sobre la taula periòdica adreçat als docents de primària i secundària, reedició o publicació de llibres, exposicions específiques en museus, entre d'altres.

En aquest context, molts centres educatius s'han sumat a la celebració de l'AITP, i s'han dut a terme una gran varietat d'activitats i iniciatives, especialment a secundària. Una de les activitats estrella ha consistit en involucrar l'alumnat en la elaboració de tota mena de taules periòdiques, i moltes aules, passadissos i façanes de centres educatius s'han vist plenes de noms d'elements químics, de nombres atòmics, de grups i de períodes. Però com són aquestes taules? En aquest article, i seguint el mateix afany que Mendeléiev de classificar i ordenar, hem volgut realitzar una síntesi dels diversos productes que s'han generat en el context escolar. L'objectiu d'aquest recull és reconèixer el treball de tots els docents implicats, i alhora aprofitar l'oportunitat per

reflexionar sobre l'ensenyament i aprenentatge de la química a partir de les contribucions de les diverses propostes realitzades.

Per fer-ho, presentem una selecció de 10 taules periòdiques diferents que s'han realitzat en diversos centres d'educació secundària de Catalunya durant l'any 2019 i que s'han fet públiques a través de xarxes socials anteriorment esmentades. Aquest recull no busca ser exhaustiu, ja que sabem que la varietat de produccions i activitats que hi ha hagut és immensa i no totes s'han publicat online, sinó que hem triat 10 prou representatives de 10 maneres d'expressar l'ordenació que Mendeléiev va començar a dibuixar fa 150 anys.

UNA TAULA PERIÒDICA...

1. ... gegant

Diferents centres han celebrat l'AITP realitzant enormes taules periòdiques en grans dimensions, en façanes, teulats, patis o pistes esportives. Per exemple, de caràcter efímer i en forma de performance, el Saint George's School (Girona) assegura haver batut el rècord de construir la taula periòdica mai feta a Catalunya, amb una mida de 25 metres de longitud i 16 metres d'altura, construïda amb 800 caixes plenes de menjar amb fins solidaris



Figura 1. Imatge de la taula periòdica gegant elaborada pel [Saint George's School](#)

2. ... informativa

En molts casos, els centres han optat per reproduir la taula periòdica en forma d'exposició, afegint a la tradicional presentació ordenada d'elements i nombres atòmics, tota mena

d'informació addicional, com ara abundància, aplicacions de les substàncies elementals a objectes quotidians, informació sobre les persones involucrades en el descobriment (en alguns casos, donant visibilitat la contribució de dones científiques). En alguns casos la informació es pot proporcionar de manera directa (mostrant-la) o bé a través de QR que dirigeixen a enllaços externs. Per exemple, al INS Marta Mata (Montornès del Vallès), han elaborat la Taula PeriòBRICa, que a partir de Tetra-bricks reaprofitats s'han fet caixes informatives farcides d'informació rellevant de cada element (Figura 2).



Figura 2. Imatge de la Taula PeriòBRICa a l'Institut Marta Mata

3. ... feta d'objectes

En altres casos, a més d'afegir informació sobre cada element, l'exposició s'enriqueix amb objectes que representen algunes de les aplicacions de les substàncies elementals a objectes quotidians. Per exemple, a l'Institut Caparrella (Lleida), en el marc de la jornada "Ciència al carrer" de la ciutat, han construït una estanteria de grans dimensions, que mostra una col·lecció de recipients on, a dins, hi ha un objecte representatiu de cada element, així com un codi QR per complementar la informació que es pot extreure de la visualització dels objectes (Figura 3).



Figura 3. Imatge de l'exposició feta al carrer per l'alumnat de l'Institut Caparrella

4. ... amb substàncies elementals

Alguns centres educatius han disposat d'una col·lecció de mostres de substàncies elementals (i compostos) guardades en petites caixes que a més de mostrar informació sobre cada element, permeten observar (i en alguns casos tocar) aquesta substància. Per exemple, a l'Escola Pia Nostra Senyora (Barcelona), han organitzat diferents activitats fent servir aquesta col·lecció (Figura 4)



Figura 4. Imatge de la col·lecció de substàncies de l'Escola Pia Nostra Senyora

5. ... aprofitant la tecnologia 3D.

Si la representació bidimensional de la taula periòdica estàndard permet classificar els elements en grups i períodes, la impressió 3D permet afegir algunes magnituds de les propietats dels àtoms (per exemple, el radi atòmic o l'electronegativitat) o bé de les substàncies elementals (com la temperatura de fusió) amb l'alçada de columnes a sobre de l'element corresponent. D'aquesta manera, es visualitzen tendències en els períodes i grups. Per exemple, el grup eXplorium ha imprès les seves pròpies taules representant algunes d'aquestes magnituds (Figura 5).

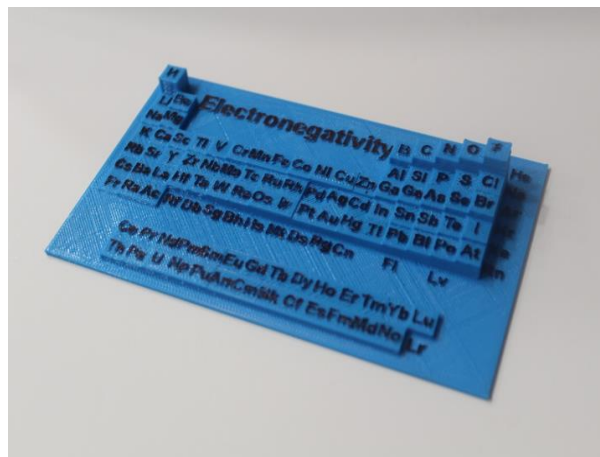


Figura 5. Imatge de les taules periòdiques impreses en 3D a eXplorium

6. ... a través del joc

La taula periòdica i la informació que s'hi representa s'ha utilitzat de forma lúdica en molts centres educatius al llarg de l'AITP. En molts centres, els estudiants han dissenyat les seves pròpies versions de jocs coneguts (com *pasapalabra*, *twister*, trivial, dòmino, *memory*, qui és qui?, etc.) per tal de jugar amb la taula periòdica, i també s'han inventat jocs nous. Per exemple, a l'escola Bon Salvador (Sant Feliu de Llobregat) han elaborat el Tetris de la taula periòdica per conèixer-la millor (Figura 6).



Figura 6. Imatge d'estudiants jugant al Tetris de la taula periòdica a l'Escola Bon Salvador

7. ... a través de fulls de càlcul

La quantitat d'informació ordenada que ofereix la taula periòdica és també un bon recurs per aprendre a treballar amb taules numèriques complexes, a elaborar gràfics, a interpretar tendències i controlar variables. Per exemple, al INS Pau Vila (Sabadell) els estudiants han representat de manera gràfica diverses propietats dels elements de la taula periòdica com l'electronegativitat o radi atòmic en funció del nombre atòmic, el grup o el període dels element, per tal d'identificar tendències periòdiques en la variació d'aquestes propietats (Figura 7)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	Propietats periòdiques							
3	(dades extretes de http://www.edu365.cat/batxillerat/ciencies/taula/)							
4	Nom	Simbol	Z	Període	Grup	Radi atòmic (Å)	Pot ionització (kJ/mol)	Electronegativitat (Escala Pauling)
5								
6	actini	Ac	89		3	1,88	499	1,1
7	alumini	Al	13	3	13	1,43	577,6	1,61
8	antimoni	Sb	51	5	15	1,59	833,7	2,05
9	argó	Ar	18	3	18	0,88	1520,5	
10	arsènic	As	33	4	15	1,39	946,5	2,18
11	astat	At	85	6	17	1,43	890	2,2
12	bari	Ba	56	6	2	2,22	502,9	0,89
13	beril·li	Be	4	2	2	1,12	899,4	1,57
14	bismut	Bi	83	6	15	1,7	703,3	2,02
15	bor	B	5	2	13	0,98	800,6	2,04
16	brom	Br	35	4	17	1,12	1139,9	2,96
17	cadmi	Cd	48	5	12	1,54	867,7	1,69
18	calcí	Ca	20	4	2	1,97	589,8	1
19	carboni	C	6	2	14	0,914	1086,4	2,55
20	cesi	Ce	58	6		1,81	527,4	1,12
21	cesi	Cs	55	6	1	2,67	357,7	0,79
22	clor	Cl	17	3	17	0,97	1251,1	3,16
23	cobalt	Co	27	4	9	1,25	758,4	1,88
24	coure	Cu	29	4	11	1,28	745,4	1,9
25	cripton	Kr	36	4	18	1,03	1350,7	
26	crom	Cr	24	4	6	1,27	652,8	1,66

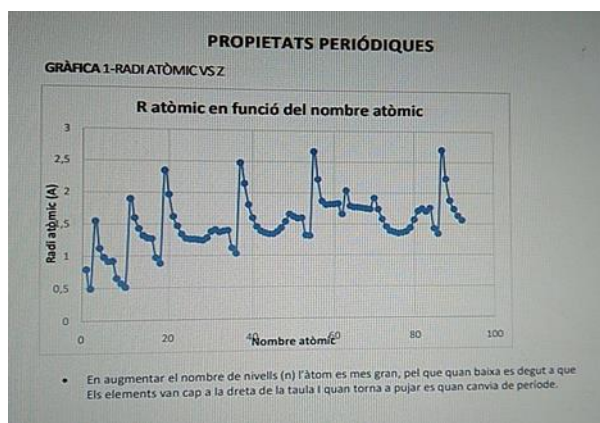


Figura 7. Imatge del tractament de les dades de la taula periòdica a l'INS Pau Vila

8. ... realista però no real

Fins i tot podem trobar casos d'una taula periòdica amb elements inventats, on l'èmfasi no es posa en el resultat de la classificació dels elements que existeixen, sinó en el procés històric a través del que es va construir la taula que coneixem avui en dia. Per exemple, en l'activitat "Retorn a Karlsruhe" elaborada al INS Marta Estrada (Granollers), es proposa la construcció d'una taula periòdica amb elements inventats que l'alumnat ha d'intentar ordenar discutint i consensuant criteris propis. L'ordenació es va refinant i sofisticant de manera progressiva per fer grups amb els elements, ordenar els grups, i elaborar un producte final que doni sentit al conjunt d'elements (Figura 8).

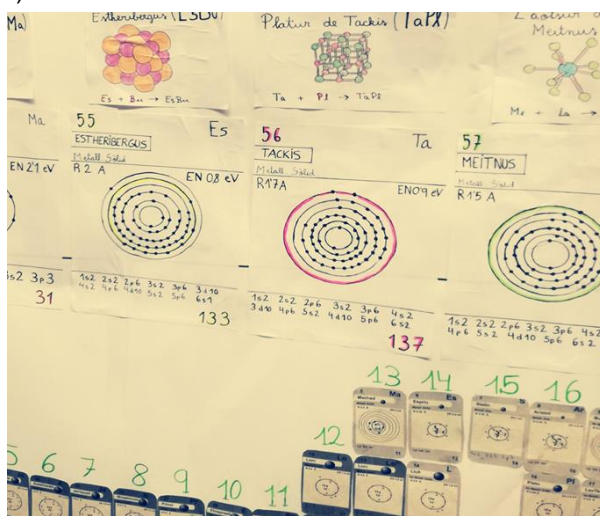


Figura 8. Imatge de l'ordenació d'elements ficticis a l'INS Marta Estrada

9. ... que és poesia

Deixant la perspectiva estrictament química, molts altres centres han volgut establir vincles entre la ciència i altres disciplines, com les arts i les humanitats, fent tota mena d'exposicions i produccions culturals. Per exemple, a l'Escola Isabel de Villena (Esplugues de Llobregat) han volgut relacionar l'Any Internacional de la Taula Periòdica amb l'any Joan Brossa, i han construït una taula periòdica en la que cada casella conté un petit poema visual d'aquest autor inspirat en el símbol de cada elements, en les propietats de les substàncies elementals o en les aplicacions d'aquestes substàncies a objectes quotidians (Figura 9).



Figura 9. Imatge de la taula de poemes visuals a l'Escola Isabel de Villena

10. ... que inspira noves expressions artístiques

Finalment, en altres centres s'ha aprofitat la representació dels elements químics per inspirar noves expressions artístiques, distribuint aquestes representacions per l'espai i donant lloc a un conjunt nou amb un nou sentit, seguint criteris artístics. Per exemple, al INS Salvador Dalí (el Prat de Llobregat) han fet el "Chemistree", on els elements de la taula periòdica s'han ordenat per representar un arbre de Nadal (Figura 10)



Figura 10. Imatge del Chemistree elaborat a l'INS Salvador Dalí

QUÈ EN PODEM EXTREURE D'AQUESTS EXEMPLES? ALGUNES CONSIDERACIONS ENTORN A L'ENSENYAMENT I APRENENTATGE DE LA TAULA PERIÒDICA A SECUNDÀRIA

De la taula periòdica com una icona a la taula periòdica com a exemple rellevant del procés històric de construcció del coneixement científic

Diversos exemples anteriors, com les taules periòdiques gegants (exemple 1), poètiques (exemple 9) o noves representacions visuals dels elements (exemple 10) es basen i destaquen el caràcter icònic de la taula periòdica en la nostra societat. Implicar l'alumnat en la construcció d'aquestes taules promou que l'alumnat pugui connectar amb aquests referents i promoure la visió de que la ciència també és cultura (exemple 6). A més, el fet de construir quelcom vistós, espectacular, o que connecta amb altres àmbits del coneixement, pot estimular emocions positives en aquells/es estudiants que acostumen a mostrar un

posicionament negatiu cap a l'àmbit científic (Mega, Ronconi, i De Beni, 2014).

Ara bé, també hem de ser conscients que, en tots aquests casos, la taula periòdica manté un status de coneixement privilegiat que, malauradament, també pot alinear l'alumnat, si aquest percep que allò que fa a classe és reproduir el que un científic rus va proposar fa molts anys, i que ha estat "de moda" durant aquest 2019. Perquè la taula periòdica ofereixi una oportunitat d'aprenentatge, necessitem que esdevingui un coneixement significatiu per a l'alumnat.

Una manera de fer-ho és a través d'estrènyer vincles entre la taula periòdica i la vida quotidiana, i per això taules periòdiques fetes d'objectes (exemple 3) i substàncies elementals (exemples 4) poden ajudar aquesta visió de la química propera al context de l'alumnat (Marchán Carvajal i Sanmartí, 2015). Un altre enfocament, passa per la proposta de fer que la taula periòdica passi de ser un producte extern que l'alumnat simplement consumeix, a quelcom que resulta de l'activitat científica (escolar) del propi alumnat. En aquesta línia, Retorn a Karlsruhe (exemple 8) implica l'alumnat en l'ordenació de diversos elements, emulant el procés històric de construcció de la taula periòdica (Domènech-Casal, 2019). D'aquesta manera, es supera la manera com els alumnes s'involucren en una dinàmica gamificada on juguen amb una taula periòdica ja construïda i farcida d'informació (exemple 6) per jugar a emular la manera com les persones van ordenar la informació de la que disposaven (López i Domènech-Casal, 2018).

De manera similar, afegir informació addicional que mostri el nom de les persones involucrades en el descobriment dels diversos elements (exemple 2) també pot oferir una perspectiva històrica. De fet, la inclusió d'aquesta perspectiva històrica en l'ensenyament i aprenentatge de la química i, en particular, de la taula periòdica, pot ajudar a l'alumnat a tenir en compte que les ciències tenen una història i tenen també un futur (Izquierdo-Aymerich, 1994; Izquierdo-Aymerich i Adúriz-Bravo, 2009) Així, contemplar com s'ha generat el coneixement de la ciència al llarg dels anys -essent la taula periòdica un dels exemples més importants

de la història de la ciència-, pot ajudar a que l'alumnat desenvolupi una visió més crítica i realista sobre com s'ha construït la ciència com a resultat de l'activitat humana, i per tant, facilitar que l'alumnat pugui considerar el propi rol en la construcció de la ciència del futur (Izquierdo-Aymerich, 1994).

De la taula periòdica dels àtoms, a la taula periòdica dels elements químics

En la cultura didàctica majoritària al nostre país, l'estructura atòmica es presenta abans a l'alumnat que no pas la periodicitat química. Molts llibres de text i materials didàctics centren l'atenció de l'alumne en les propietats dels àtoms abans que en les substàncies elementals (Agudelo Carvajal, 2019). Aquest plantejament té com a avantatge que les propietats dels àtoms mostren una periodicitat més evident i exacta que les de les substàncies elementals. Les taules periòdiques en 3D on es representen magnituds de les propietats atòmiques (exemple 5) o bé on es representen en fulls de càlcul propietats periòdiques (exemple 7) poden utilitzar-se en aquesta línia.

Tot i així, cal tenir en compte que presentar la taula periòdica després dels models atòmics i sustentar amb èmfasi en les propietats atòmiques, centra la importància de la periodicitat en les configuracions electròniques dels àtoms. Per tant, promou la concepció d'àtom com a sinònim d'element, ja que s'entén la taula periòdica com una eina per ordenar grans quantitats d'informació sobre els àtoms individuals, i no com una eina de pensament que sistematitza les interaccions químiques (Agudelo Carvajal, 2019). No obstant, una classificació centrada en l'estructura interna dels àtoms no té sentit per a l'alumnat si aquest no ha tingut l'oportunitat de preguntar-se sobre les propietats macroscòpiques i la seva periodicitat (Izquierdo-Aymerich i Adúriz-Bravo, 2009). Per tant, presentar la taula periòdica després dels models atòmics comporta el risc de descuidar la funció explicativa de l'àtom, la massa atòmica i del sistema periòdic i, per tant, buidar de significat aquestes entitats de cara a l'alumnat (Agudelo Carvajal, 2019). Així doncs, perquè aquests conceptes tinguin un sentit químic genuí, l'àtom ha

de funcionar com una entitat que serveixi per explicar els canvis químics, que són l'objectiu de la química, ja que no és possible derivar aquests canvis a partir de l'àtom i les seves partícules (Izquierdo-Aymerich i Adúriz-Bravo, 2009).

Per fer-ho, existeix una proposta d'ensenyament i aprenentatge de l'àtom que pot arribar a ser més significativa per a l'alumnat, ja que possibilita la construcció de les seves idees a partir de l'experiència directa amb el món que els envolta i, per tant, proposa un recorregut del món macroscòpic al món microscòpic i, alhora, és més coherent amb el procés històric de construcció de la taula periòdica. Aquesta proposta, que hem volgut sintetitzar a continuació, busca la construcció de tres grans idees que conformen una progressió d'aprenentatge.

1. La idea de substància i la seva interacció amb l'entorn a partir de l'estudi i la caracterització dels canvis que pot experimentar la matèria observable

Les regularitats observades en els canvis, que s'anomenen també propietats, constitueixen un primer criteri a l'hora de caracteritzar i classificar la diversitat de substàncies que hi ha a la matèria (p. ex. la substància A canvia de manera similar a la substància B en les mateixes condicions, i de manera diferent a la substància C). Alhora, també permeten posar de manifest l'existència de determinades periodicitats o tendències en la variació de les propietats de les substàncies observables (p. ex. establint una escala de duresa, o de facilitat per reaccionar amb l'oxigen). En un pas més, es pot constatar que en els canvis químics, les substàncies implicades sempre interaccionen en una mateixa proporció.

2. La idea d'element químic

Els elements químics fan referència a aquelles partícules no es poden "veure", però es poden detectar d'altres maneres (Izquierdo i Grup de treball Kimeia, 2011). El pas entre el concepte de substància química (substàncies formades per uns tipus d'àtoms determinats) i element químic representa una de les grans transformacions del coneixement de la ciència moderna i un dels reptes cognitius més importants per l'alumnat (Jong i

Talanquer, 2015): Els elements, tot i que puguin estar enllaçats, no tenen propietats macroscòpiques en sí mateixos, perquè no són substàncies, sino àtoms o ions amb una determinada càrrega nuclear. En canvi, els elements tenen propietats atòmiques, que són diferents a les propietats de les substàncies que podran formar.

3. La idea de la taula periòdica dels elements químics, no dels àtoms

La taula periòdica proposada per Mendeléiev ordenava els elements segons la seva massa atòmica relativa i els agrupava d'acord amb les seves propietats. La seva contribució va evidenciar que les propietats atòmiques dels elements seguien unes tendències periòdiques, i que aquestes tendències permetien predir l'existència de diversos elements que no es coneixien en aquell moment. L'evolució en el coneixement de les partícules subatòmiques va permetre a Moseley l'any 1913 refinar la proposta de Mendeléiev amb un nou criteri d'ordenació: el nombre atòmic. Aquesta nova ordenació va permetre superar algunes dificultats que la proposta prèvia no podia fer front i és la que s'ha mantingut fins avui en dia. Per tant, com que el criteri d'ordenació actual es basa en el nombre atòmic dels elements, la taula periòdica no considera els diversos àtoms que es troben dins d'un mateix element químic (isòtops), malgrat que posteriorment s'han fet versions de la taula periòdica en la que aquesta informació bàsica es complementa amb altra informació, com l'abundància dels elements i/o l'existència d'isòtops. L'estudi de les partícules subatòmiques, per tant, caldria plantejar-se posteriorment com una resposta a la necessitat d'explicar nous fenòmens que les idees d'elements no podien descriure. És des d'aquesta perspectiva des d'on es podrà restablir la funció explicativa de l'àtom.

CONCLUSIONS

L'Any Internacional de la Taula Periòdica ha tingut al nostre país un ampli ventall d'expressions, moltes de les quals dins dels centres escolars. La gran varietat de taules periòdiques que han aparegut publicades a les xarxes socials han

permès seleccionar alguns exemples significatius, a través dels quals assenyalar les forteses de l'ensenyament de la química, i també reflexionar sobre quins són els reptes que queden per avançar cap a un aprenentatge de la química més autèntic, més competencial i més significatiu per a l'alumnat.

AGRAÏMENTS

Els autors volen agrair a la Societat Catalana de Química i al grup ACELEC el seu suport en l'elaboració d'aquest article.

BIBLIOGRAFIA

- Agudelo Carvajal, C. (2019). Tabla Periódica En Los Libros De Texto. *Alambique Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 97, 51–56.
- Domènech-Casal, J. (2019). Retorno a Karlsruhe: una experiencia de investigación con la Tabla Periódica para aprender la estructura y propiedades de los elementos químicos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 16(1), 1201. <https://doi.org/10.25267/Rev>
- Izquierdo-Aymerich, M. (1994). ¿Cómo contribuye la historia de las ciencias en las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de las ciencias? *Aula de Innovación Educativa*, (27), 3–6. Recuperat de: https://ddd.uab.cat/pub/artpub/1994/183079/aulinnedu_a1994n27p37.pdf
- Izquierdo-Aymerich, M., & Adúriz-Bravo, A. (2009). Physical construction of the chemical atom: Is it convenient to go all the way back? *Science and Education*, 18(3–4), 443–455. <https://doi.org/10.1007/s11191-008-9156-4>
- Izquierdo, M., & Grup de treball Kimeia (Eds.). (2011). Química a infantil i primària. Una nova mirada. Barcelona: Editorial Graó.
- Jong, O. D., & Talanquer, V. (2015). Why is it Relevant to Learn the Big Ideas in Chemistry at school? In I. Eilks & A. Hofstein (Eds.), *Relevant Chemistry Education*. SensePublishers. Rotterdam: SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-175-5_2
- López, V., & Domènech-Casal, J. (2018). Juegos y gamificación en las clases de ciencia: una oportunidad para hacer mejor clase o para hacer mejor ciencia? *Revista Electrónica Ludus Scientiae*, 2(1), 34–44. <https://doi.org/10.30691/relus.v2i1.1059>
- Marchán Carvajal, I., & Sanmartí, N. (2015). Potencialitats i problemàtiques dels projectes de química en context. *Educació Química EduQ*, 20(0), 4–12.
- Mega, C., Ronconi, L., & De Beni, R. (2014). What makes a good student? How emotions, self-regulated learning, and motivation contribute to academic Achievement. *Journal of Educational Psychology*, 106(1), 121–131. <https://doi.org/10.1037/a0033546>