

«Els elements en capsas»: una taula periòdica real

«Box of elements»: a real periodic table

Marta Segura i Fàbregas, Josep M. Valls i Casanovas / Escola Pia Nostra Senyora (Barcelona)
Joan-Lluís Martí i Hernández / Institut Tècnic Català de la Soldadura



resum

Tots, en algun moment de la nostra vida, hem hagut d'estudiar la taula periòdica. Què hagués passat si, en lloc de memoritzar símbols químics, haguéssim pogut manipular-los? En aquest article es presenta com es pot construir una taula periòdica real i quines aplicacions didàctiques en poden derivar.

paraules clau

Taula periòdica, element, substància simple, substància composta, treball cooperatiu.

abstract

In some moment of our life, all of us have had to study the periodic table. What would have had happened if instead of memorizing chemical symbols, we had been able to manipulate them? In this article we show how a real periodic table can be constructed and which didactic applications can be derived.

keywords

Periodic table, element, simple substance, compound, co-operative work.

Introducció

El concepte *element químic* i la taula periòdica han estat sempre un punt difícil en el moment de fer les classes de química a secundària. Ara fa sis anys, els signants d'aquest article vam pensar a fer una taula periòdica real amb dos objectius completament diferents: el primer, que fos una «col·lecció» d'objectes amb totes les regles que ha de tenir com a tal; el segon, que fos una eina didàctica per a professors de química de diferents nivells per apropar la taula als seus alumnes.

El projecte era molt ambiciós: posar una capsas de plàstic per a cada element on hi hauria subs-

tàncies i objectes representatius i, a cada capsas, el màxim nombre de dades sobre el mateix. Vam fer el disseny i, molt a poc a poc, vam anar construint la taula amb capsas, ampolles, productes i tota mena d'objectes. Al principi del 2010, ja teníem setanta-cinc elements en capsas i havíem fet una fitxa de tots els altres. Vam creure que la taula ja es podia presentar. Al juliol del mateix any, en un curs de química organitzat pel Col·legi de Llicenciats de Catalunya, la vam presentar a través d'un joc. La possibilitat d'anar a les Jornades de Física i Química de Madrid a final d'octubre va fer que la presentéssim un altre cop a professors.

La col·lecció «Els elements en capsas»

Aquesta col·lecció pretén mostrar els elements químics tal com són a la realitat, tot formant part de les substàncies pures, de les mescles i d'objectes reals diversos.

Per poder elaborar la col·lecció, ens vam haver de posar d'acord i consensuar les definicions dels conceptes bàsics que ens permetrien triar quins objectes hi podríem posar.

La substància pura és una matèria que sempre conserva les mateixes propietats i que no pot ser separada en altres de diferents per mitjans físics. Està formada per àtoms, molècules, o

estructures gegants (d'àtoms o ions). Les substàncies pures es poden agrupar en dos grans tipus: les substàncies simples i les substàncies compostes.

Les substàncies simples (o cossos simples) són substàncies formades per àtoms, molècules o estructures gegants d'àtoms iguals.

Les substàncies compostes (o compostos químics) són substàncies formades per molècules, o estructures gegants d'àtoms o ions diferents.

D'aquesta manera, diem el següent: l'aire no és una substància pura; l'aigua és un compost; l'oxigen de l'aire (dioxigen) és una substància simple; el clorur de sodi és un compost.

Així, doncs, si tenim en compte les definicions anteriors, on queda el concepte *element químic*?

L'element químic és una entitat abstracta exempta de propietats físiques o químiques macroscòpiques. El defineixen un símbol i un número, que ens indica el nombre de protons que hi ha al nucli, el seu nombre atòmic, i, per tant, el lloc que ocupa a la taula periòdica.

Diem que al dioxigen (O_2), l'ozó (O_3), l'aigua (H_2O) i l'àcid sulfúric (H_2SO_4) es troba l'element químic oxigen (O).

Un cop vam tenir clars aquests conceptes, ens vam disposar a aplicar-los en l'elaboració d'aquesta col·lecció.

Tal com ja hem dit a la introducció, aquesta col·lecció conté setanta-cinc elements químics que estan presents en substàncies simples, aliatges, compostos, i objectes de la vida quotidiana. Les substàncies poden ser espècies naturals o artificials.

La col·lecció consta de tres parts, corresponents a tres nivells segons els criteris comuns dels diferents elements.

La primera part de la col·lecció són elements dels quals hi ha mostres de la substància simple, d'alguns compostos característics



Figura 1. En aquesta fotografia, podem veure la capsa de l'element ferro. En ella podem veure la substància simple, els compostos i objectes diversos que il·lustren alguna de les seves aplicacions.

(amb variants corresponents a diferents números d'oxidació) i alguna espècie natural que contingui l'element químic.

L'espècie natural pot ser mineral, roca, vegetal o animal (figura 1).

Hi ha algunes excepcions. En alguns elements no hi ha l'espècie natural, atesa la dificultat de trobar-la, però sí algun compost o aliatge representatiu. Hi ha altres caps de elements on només hi ha la substància simple, com és el cas dels elements inerts.

En aquesta primera part, hi ha seixanta-tres elements químics i tots ells consten d'una mostra de la seva substància simple (figura 2).

La segona part de la col·lecció són aquells elements en què la substància pura simple no es troba en estat pur, sinó en forma d'aliat-



Figura 3. Aquesta és la capsa del rodi, on podem veure com la substància simple està representada pel recobriment del cable elèctric; com a compost químic, tenim el clorur de rodi (III) dissolt.

ges, d'objectes concrets amb una petita mostra de la substància pura, com a recobriments metàl·lics o com a mescla de gasos.

Pot ser que hi hagi algun compost i/o alguna espècie natural, o bé que no hi hagi res d'això.

Aquests elements són els següents: el rodi (Rh), el cesi (Cs), el reni (Re), l'osmi (Os), l'iridi (Ir) i el radó (Rn) (figura 3).

La tercera part de la col·lecció la formen els elements dels quals no hi ha cap mostra de la substància simple. Només hi ha algun compost, alguna espècie natural o bé totes dues coses.

Aquest bloc el formen sis elements, que són els següents: el fluor (F), el pal·ladi (Pd), el tal·li (Tl), el radi (Ra), el tori (Th) i l'urani (U) (figura 4).



Figura 2. En aquesta imatge podem veure els seixanta-tres elements en caps, les quals contenen una mostra de la corresponent substància simple.



Figura 4. Aquesta és la capsa del fluor, un element del qual no podrem tenir mai una mostra de la substància simple, ja que és un gas extremament reactiu, però els seus compostos químics tenen moltes aplicacions a la vida quotidiana.

Els trenta-set elements que falten no formen part de la col·lecció, ja que no n'hi ha cap objecte. Malgrat tot, s'esmenten i consten a través d'una fitxa amb les seves propietats característiques (figura 5).

Construint la taula periòdica

Tots hem sentit a parlar de Dimitri Mendelèiev (1834-1907) i de Julius Lothar Meyer (1830-1895), els pares de la taula periòdica primitiva (figura 6). Ells van ser els primers a classificar els elements en l'ordre ascendent dels seus pesos atòmics. Els elements es distribueixen en vuit grups, de tal manera que els que tenen propietats similars queden ubicats al mateix grup (figura 7).

Des d'aquella versió primitiva, la taula ha evolucionat molt. De fet, la seva silueta és tan característica que la podem reconèixer allà on estiguem (figura 8).



Figura 5. En aquesta imatge es pot veure la fitxa del tecneci. Malgrat que no forma part de la col·lecció, se n'han recollits les propietats més importants en aquesta fitxa.



Figura 6. Dimitri Mendelèiev (1834-1907) i Julius Lothar Meyer (1830-1895).

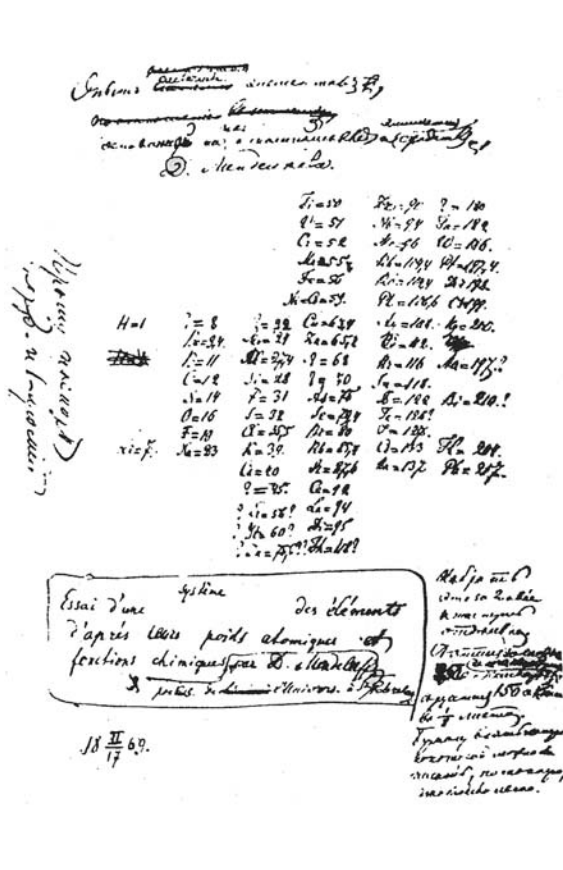


Figura 7. La taula periòdica als seus orígens.

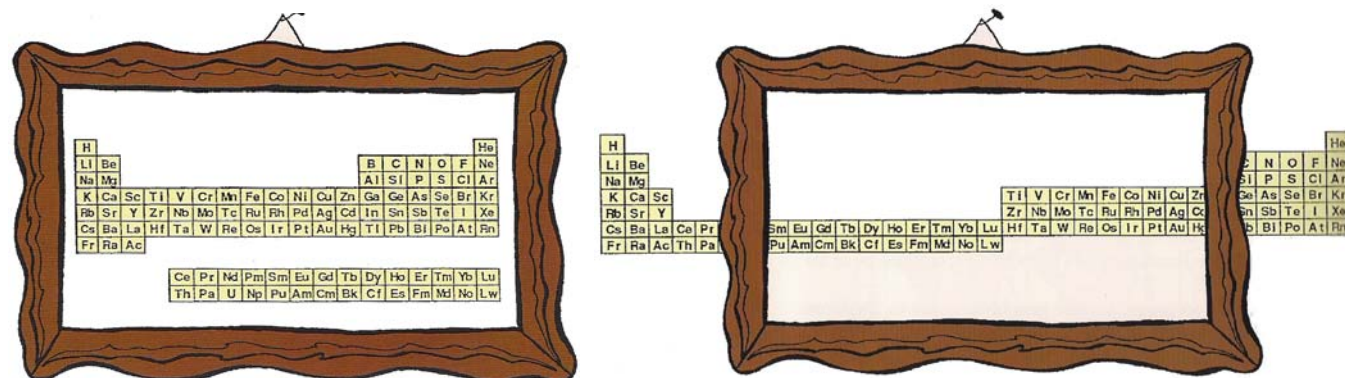


Figura 8. En aquesta figura tenim enfrontades les dues siluetes de la taula periòdica: la més vista i la que poca gent coneix.

Actualment, la taula es pot trobar adoptant formes i colors molt diversos, de manera que algunes d'elles semblen més objectes de decoració que no pas eines d'estudi de la química (figura 9).

Un cop elaborada la col·lecció dels elements, vam decidir de construir la nostra pròpia taula.

Volíem que fos mòbil i fàcil de transportar, de manera que poguéssim adoptar les dues formes característiques, amb els elements de doble transició separats o integrats en funció del que es volgués explicar (figura 10).

Així, doncs, la taula està construïda sobre suports de fusta que estan tallats en diferents grups. Les caps dels elements tenen dues etiquetes: una amb el símbol, el nom i la llista del contingut, tot especificant si hi ha substàncies simples, substàncies compostes, naturals i algunes aplicacions, etc., i una altra situada en un lateral, d'un nivell més alt, que descriu les propietats tant de l'element en si (propietats atòmiques) com de la seva substància simple més representativa (figura 11).

Les etiquetes dels elements són de colors diferents segons les diferents famílies, malgrat que els elements de transició i els de doble transició tenen únicament dos colors diferents, respectivament.

La col·lecció consta de tres-cents vint objectes distribuïts en ampolles petites, caps o objectes directes sense protecció.

Aplicacions didàctiques de la taula periòdica real

Quan fem classe de Química a alumnes de secundària i batxillerat, podem fer experiències d'impacte que els deixin bocabadats. Aquestes experiències s'han de fer amb moderació i ens poden servir per motivar-los.

Però arriba un moment crucial del curs en què despleguem la taula periòdica a classe. Molts

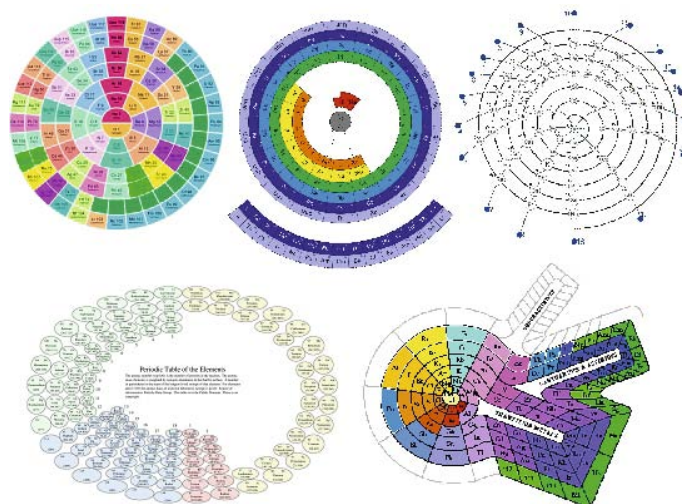


Figura 9. Taulas periòdiques modernes.

Figura 10. Estructura de la taula periòdica en versió llarga.

11	Na	Substància simple: Sodi, Na
SODI		Compostos: NaCl NaOH
22,989768		A la natura: Thenardita, Na ₂ SO ₄
19 → 31		

Natrium (llatí) [sodi]			
SODIO – SODIUM – SODIUM			
Descobert per Humphry Davy el 1807 a Londres			
r (pm)	153,7	T ₀ (K)	1156,1
χ	0,93	T _f (K)	370,96
Abund. (ppm)	escorça 23000	d (Kg m ⁻³)	971
		ρ (Ω m)	4,2 · 10 ⁻³
[Ne] 3s¹			

Figura 11. Etiqueta frontal i lateral de l'element sodi.

cops, aquest fet supera els nostres alumnes i la pregunta que molts formulen és si se l'han d'aprendre de memòria.

Aquí podríem obrir un debat pedagògic sobre si és útil o no que els alumnes s'aprenuin la taula de memòria. La nostra opinió personal és que no. Creiem que és molt més interessant que els alumnes coneguin per a què serveixen les substàncies pures que ens envolten. De fet, això forma part de la cultura científica que ha de tenir un ciutadà dels nostres dies.

Així, doncs, la taula que hem construït ha de servir, en un primer nivell, per donar a conèixer com són les substàncies pures

del nostre entorn. També ha de permetre el fet de distingir clarament els conceptes *element*, *substància simple* i *substància composta* i veure quines són les seves aplicacions més importants.

Treball cooperatiu: elaboració d'una taula periòdica visual

Per tal d'aconseguir el nostre primer objectiu, pel novembre del 2009, els alumnes de 1r d'ESO van elaborar un treball cooperatiu per construir una taula periòdica que penjaríem a classe, on es poguessin veure de manera molt visual les diferències entre les substàncies simples i les substàncies compostes.

Fase inicial del treball: distribució de la tasca

De tots els elements que hi ha a la taula, el professor selecciona els que no són sintètics i que, a més, tenen aplicacions a la vida quotidiana. Els elements d'aquest conjunt es reparteixen entre els grups d'alumnes. Cada grup busca informació de quatre o de sis elements.

Elaboració de la fitxa

A continuació, podem veure quin tipus d'informació havien de buscar els alumnes per poder elaborar la fitxa de cada element.

Per dur a terme l'elaboració de la fitxa, els alumnes van poder consultar informació de diverses fonts.

Una de les activitats de recerca va ser l'ús de la taula periòdica real que hi havia muntada al laboratori de l'escola com a eina de consulta per buscar informació i poder elaborar la fitxa explicativa (figura 12).

Amb la manipulació de les capses dels elements, es va despertar la curiositat dels alumnes. Van començar a veure que l'estudi de la taula periòdica no necessàriament ha de ser una cosa avorrida i carregosa. Cada vegada que des tapaven un element, en reconeixien aplicacions i es plantejaven noves preguntes sobre algunes de les substàncies que els podien semblar estranyes. La motivació per la matèria tornava a l'aula (figura 13).

Per completar la recerca, els alumnes de 1r d'ESO van visitar l'exposició «Tot és química», que es troba al Museu de la Ciència i de la Tècnica de Terrassa (figura 14).

En aquesta exposició, van poder veure quina és la importància de la química al món que ens envolta. Molts van trobar en aquesta exposició la inspiració necessària que els ajudaria a elaborar la fase final del treball (figura 15).

Fitxa explicativa

Dels elements que li han tocat al teu grup, busca la informació següent per poder-ne elaborar la fitxa explicativa.

Nom de l'element:

Símbol:

Número d'ordre:

Busca informació sobre una substància simple d'aquest element:

Nom de la substància simple:

La seva fórmula:

En quin estat es troba a 25 °C:

Fes un petit resum en què apareguin les característiques següents:

Quin aspecte té (sòlid, líquid o gas)?

De quin color és?

Quin és el seu punt d'ebullició?

Quin és el seu punt de solidificació?

Quina densitat té?

És un metall o un no-metall?

En funció d'això, quines són les seves característiques més importants?

Busca una fotografia de la substància simple.

D'on s'extreu? És a dir, a la natura el podem trobar formant part de què?

Quina és la seva aplicació més important?

Anomena dos compostos químics que tinguin aquest element i busca informació més detallada sobre un d'ells.

Nom del compost:

Fórmula química:

D'un d'ells busca també:

Com s'obté?

Aspecte i estat en què es troba a 25 °C (color, densitat, punts d'ebullició i de fusió, etc.).

Aplicacions i perills que pot presentar la seva manipulació.

Fotografia característica.



Figura 12. Buscant informació a les capses dels elements.



Figura 13. Les substàncies que hi ha dins les capses permeten la manipulació i el coneixement d'aplicacions del món que ens envolta.

Fase final del treball: elaboració de l'etiqueta

Amb tota la informació recollida, els grups d'alumnes havien d'elaborar una etiqueta dels elements que resumís de manera visual la informació més important i, a més, que es pogués penjar després en forma de taula periòdica.

En aquesta targeta hi havia de constar el següent:

- A la cara del davant:
 - a) Símbol de l'element.
 - b) Nom de l'element.
 - c) Número atòmic.
- A les cares interiors:
 - a) Una aplicació de la substància simple.
 - b) Tres aplicacions dels compostos químics.
 - c) Una fotografia a color on es pogués veure bé una de les seves aplicacions.
- A la cara del darrere:
 - a) El nom de l'alumne i el seu grup.

Les dimensions de la targeta havien de ser les següents: 5,9 cm d'alçada i 9,5 cm de llargada; a més, s'havia de fer amb cartolina blanca amb les lletres de color negre (figures 16 i 17).

Cl CLOR 17

Nom de l'alumne: Grup:

Figura 16. Cares frontal i posterior de l'etiqueta.

Substància simple Desinfecció de piscines. Compostos Lleixiu i derivats. Desinfectants. PVC. HCl, indústria química. Clorats i perclorats, pirotècnia.	
--	--

Figura 17. Exemple de la informació de les cares interiors de l'etiqueta.

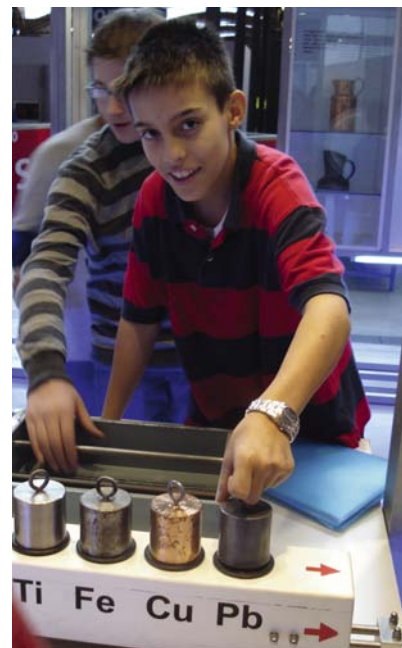


Figura 14. Mesurant la densitat de diversos metalls al Museu de la Ciència i de la Tècnica de Terrassa.



Figura 15. Recopilant informació a l'exposició.



Figura 18. Construcció de la taula periòdica per part dels alumnes de 1r d'ESO A.

Finalment, un cop els alumnes van haver elaborat les etiquetes, van disposar-les sobre el perfil de la taula per poder-les penjar a la classe del grup (figura 18).

Viatge a través de la taula periòdica

Aquesta segona activitat s'ha realitzat en cursos de formació de professorat de secundària i amb alumnes de 2n de batxillerat. Es tracta d'elaborar una gimcana química a través dels elements de la taula periòdica real.

Els participants es distribueixen en grups de dues a tres persones i tenen un qüestionari de fins a cinquanta preguntes que han de respondre.

Per fer-ho, es veuran obligats a moure's per tota la taula periòdica obrint capsas, realitzant petits experiments amb algunes de les substàncies que hi ha al seu interior i consultant la informació que hi ha a les etiquetes de les capsas (figures 19 i 20).



Figura 19. Professors de secundària realitzant la gimcana.

Exemples de preguntes de la gimcana «Viatge a través de la taula periòdica»

1. La taula comença amb l'hidrogen, però no té un final. Quin és l'últim element reconegut per la IUPAQ que té nom propi? Indica'n també el símbol i el nombre atòmic.
2. Tots els sis elements inerts es troben en capsas a la taula: d'un d'ells només hi ha traces; uns altres quatre es troben purs dins de làmpades, i l'altre ha estat extret d'algun objecte. De quin?
3. Qui va descobrir un element químic associat a Superman?
4. Quin element químic deriva de la paraula grega **véo** i es troba en els rètols lluminosos?
5. En una de les capsas hi ha un petit tub de pasta de dents. A la mateixa capsa hi ha un mineral de color verd. Quin és aquest mineral?
6. A les capsas hi ha set plàstics (polímers): el poliestirè, la poliàmida, el metacrilat, la silicona, el polietilè, el PVC i el tefló. Indica per aquest mateix ordre les capsas dels elements que els contenen.
7. En quina capsa es troba l'ozó? Quina és la seva fórmula?
8. Quin és l'únic aminoàcid que es troba a la taula?
9. El fosfat de tecneci s'utilitza en medicina, en les gammagrafies d'ossos. El tecneci no es troba a la natura. Què vol dir tecneci?



Figura 20. Professors de secundària treballant amb les caixes.

Els participants no comencen tots per la mateixa pregunta, de manera que no consulten tots a la vegada la capsula d'un mateix element.

Les preguntes que es plantegen són molt diverses, però totes tenen un caire d'enigma que obliga a pensar en tot allò que els alumnes han après de química als darrers temps. És una manera de posar-los a prova de manera lúdica i de veure quina és la seva cultura química.

Als primers cursos de secundària, ha despertat una gran curiositat per la química, gràcies a la manipulació de manera segura de substàncies i també al fet de veure quines són les seves principals aplicacions

Conclusions

En primer lloc, l'elaboració de la taula periòdica real ha estat una experiència de cerca d'informació, de consens de criteris i, després de moltes hores de dedicació, de construcció d'una eina que ens ha permès gaudir d'una nova manera d'aprendre química.

A partir d'aquí, hem vist com la nostra taula ajuda a superar dificultats, sobretot a aquells alumnes als quals els costa molt assolir conceptes abstractes, com la idea *element*.

Ens ha permès també retornar als alumnes la motivació perduda en l'estudi d'aquesta gran eina de consulta.

D'altra banda, als primers cursos de secundària, ha despertat una gran curiositat per la química, gràcies a la manipulació de manera segura de substàncies i també al fet de veure quines són les seves principals aplicacions.

A través de la taula periòdica, podem fer arribar als alumnes uns coneixements de cultura química que hauria de tenir qualsevol ciutadà un cop acabada la seva formació a l'etapa obligatòria.

Bibliografia

- BENSASUDE-VICENT, B.; STENGERS, I. (1997). *Història de la química*. Madrid: Addison-Wesley.
- DEFENSE, J.; GASSENER, A. (1994). *Le monde étrange des atomes*. París: La Nacelle.
- EMSLEY, J. (1992). *Les elements chimiques*. París: Polytechnica.
- GREENWOOD, N. N.; EARNSHAW, A. (1997). *Chemistry of the elements*. Oxford: Butterworth Heinemann.



Marta Segura i Fàbregas

és professora de Física i química a l'Escola Pia Nostra Senyora. Llicenciada en ciències químiques per la Universitat de Barcelona, ha impartit nombrosos cursos de formació per a professorat i ha escrit alguns articles sobre treballs pràctics de química i física en diverses publicacions.

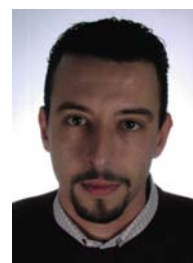
A. e.: Marta.segura@escolapia.cat



Josep M. Valls i Casanovas

és professor recentment jubilat de Física i química de l'Escola Pia Nostra Senyora. Llicenciat en ciències químiques per la Universitat de Barcelona, ha impartit nombrosos cursos de formació per a professorat i ha escrit alguns articles sobre treballs pràctics de química i física en diverses publicacions.

A. e.: sirap@eresmas.net



Joan-Lluís Martí i Hernández

és professor de l'Institut Tècnic Català de la Soldadura. Llicenciat en ciències químiques per la Universitat de Barcelona, ha impartit nombrosos cursos de formació per a professionals de la soldadura i de ciències dels materials per a nombroses empreses del sector i a l'IQS.