



# De l'enciam als elements, de l'espelma al canvi químic

Joan Aliberas Maymí  
Professor de secundària jubilat  
[jalibera@xtec.cat](mailto:jalibera@xtec.cat)

Mercè Izquierdo Aymerich  
Departament de Didàctica de la Matemàtica i les  
Ciències Experimentals, UAB.  
[Merce.Izquierdo@uab.cat](mailto:Merce.Izquierdo@uab.cat)

**Citar com:** Aliberas, J. i Izquierdo, M. (2026). De l'enciam als elements, de l'espelma al canvi químic. *Ciències: Revista del professorat de ciències de primària i secundària*, (51), 545.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.545>

**Resum** • Presentem dues Situacions d'Aprenentatge d'entre les diverses que formen part del projecte Ciències 12-15, pensades com a introducció a la química. Una sèrie d'intervencions sobre una fulla d'enciam condueix a la construcció del concepte 'element químic', mentre que l'experimentació amb la flama d'una espelma permet interpretar químicament el que hi està passant i donar contingut al 'canvi químic'. Al mateix temps, mostrem com les emocions són utilitzades com a motor de l'aprenentatge.

**Paraules clau** • Activitat científica escolar, element químic, canvi químic, emoció, satisfacció

---

## From lettuce to chemical elements, from the candle to chemical change

**Abstract** • We present two Learning Situations among the several that are part of the Science 12-15 project, designed as an introduction to chemistry. A series of interventions on a lettuce leaf leads to the construction of the concept of 'chemical element', while experimentation with a candle flame allows us to chemically interpret what is happening there and give content to the 'chemical change'. At the same time, we show how emotions are used as a driving force for learning.

**Keywords** • School science activity, chemical element, chemical change, emotion, satisfaction

---

Aquest article fa referència a la UD3 del projecte Ciències 12-15 que porta per títol “La vida a la Terra: igual però diferent” concretament a la SA1 que es titula “La Terra, un planeta diferent” i que està adreçada a alumnat de 1r d'ESO [1]. Es fa referència també a la UD8 que porta per títol “Què es manté inalterat quan tot canvia? De l'espelma als aliments” concretament a la SA1 que es titula “El foc (les flames) i el llamp (la incandescència)” i que està adreçada a alumnat de 3r d'ESO [2].

## INTRODUCCIÓ

Tots sabem que en qualsevol reacció química desapareixen unes substàncies i n'apareixen unes altres mentre els elements que hi ha resten intactes. Pot resultar evident per a les persones que saben encara que sigui una mica de química, però no per a molts dels alumnes d'ESO que solen confondre's entre materials, substàncies (elementals i compostes) i elements, i difícilment ho saben aplicar a fenòmens reals. És per això que en el projecte Ciències 12-15 hem dissenyat una seqüència didàctica de diverses Situacions d'Aprenentatge (SA) enteses com a activitats científiques escolars que permetin fer aquest pas als alumnes, i que constitueix una introducció a la química.

Per mostrar la mecànica de treball ens fixarem en l'essencial de dues SA. Amb la SA1 de la UD3 [1] (concretament el punt 1.5 “De quin material estan fets els éssers vius?”) volem començar a conèixer la composició de la matèria viva, concretant-la en una fulla d'enciam, per descobrir l'enorme proporció d'aigua que conté i posar de manifest que també incorpora un element tan important per a la vida com és el carboni. Ens permet identificar aquesta substància elemental (el carbó, que és a la taula periòdica!) i deduir que, com a element (àtom) estava en combinació formant substàncies d'aspecte molt diferent. A la SA1 de la UD8 [2], representem la distinció entre substàncies (elementals i compostes) i elements, utilitzarem diverses interaccions amb la flama d'una espelma per establir què hi deu estar succeint.

Juntament amb els passos principals de cada SA, comentarem breument la dinàmica d'aprenentatge que volem establir a l'aula, és a dir les tensions cognitives i emocionals que volem crear per conduir l'alumnat en el seu procés de construcció de coneixement científic.

### SA1 DE LA UD3: “LA MATÈRIA ORGÀNICA ÉS DIFERENT DE LA RESTA?”

Si consideréssim que l'important de la ciència són les respostes que proporciona, hauríem d'aportar a l'alumnat informació sobre bioquímica que difícilment podria resultar-li atractiva ni li permetria jugar-hi un paper actiu. En canvi, si ens proposem involucrar l'alumnat en una activitat científica al seu abast (Activitat Científica Escolar, ACE) proporcionarem per exemple una fulla d'enciam a cada grup perquè, sotmetent-la a diversos processos, puguin aclarir aspectes importants de la seva composició.

Així, primer farem que la pesin, l'espremin de diverses maneres i la tornin a pesar, per veure que gran part del seu pes era aigua, una aigua verdosa que ens indica que deu contenir dissoltes altres substàncies (Figura 1a). Després farem que el que queda ho escalfin suaument en una càpsula de porcellana, comprovant que n'estan marxant substàncies en forma de gasos, entre els quals vapor d'aigua, ja que a l'acostar-hi un vidre fred, s'entela (Figura 1b): deu ser l'aigua que hi quedava. Però si escalfem a més temperatura la part sòlida va canviant de color i en surten més substàncies gasoses (Figura 1c) on encara hi detectem aigua, ara produïda des de substàncies de l'enciam que ja no eren aigua. El sòlid va enfosquint-se fins que al final apareix tot negre i si hi acostem una flama s'encén i es posa incandescent com ho fa el carbó (Figura 1d): és carbó! Aprofitem per preguntar on era aquest ‘carbó’ quan teníem una fulla d'enciam i no era carbó. La resposta només pot ser que era a l'enciam, però no en forma de substància ‘carbó’ sinó com a element (àtom) de carboni formant altres substàncies, molt diferents del carbó [3].

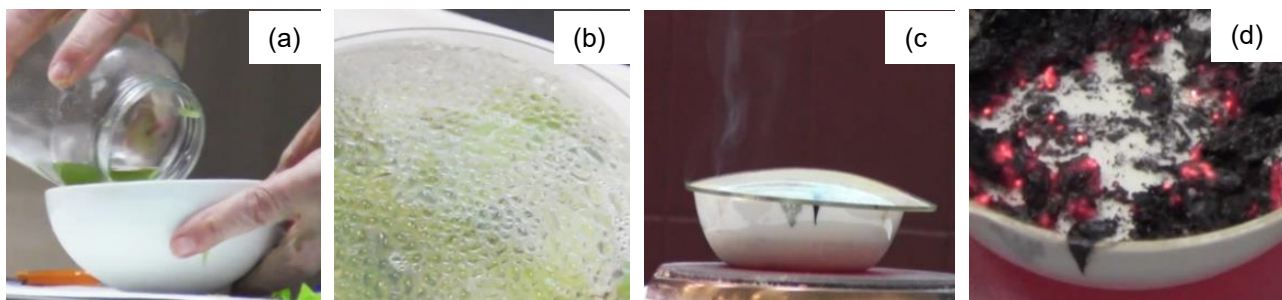


Figura 1. Procés que permet analitzar “de què està feta” una fulla d'enciam. (a) L'aigua obtinguda de l'enciam és verdosa. (b) Condensa aigua sobre el vidre fred. (c) El fum indica que s'estan escapant substàncies, inclosa aigua vapor. (d) El carboni final crema sense flama.

Un cop construïda la idea d'element, és el moment d'introduir aquesta paraula. Així, l'alumnat podrà dir que el carboni és l'element que era a l'enciam formant substàncies amb altres elements i també al carbó final, però ara és la substància elemental carboni ja que només conté aquest element (a part del carboni, els altres elements que hi havia a l'enciam no els podem precisar, però si es produïa aigua també devia contenir hidrogen i oxigen).

Ara ja podem resoldre el repte inicial: tant la matèria viva com la resta són fetes dels mateixos elements / àtoms, invisibles, com carboni, hidrogen i oxigen. Fixem-nos que el que s'ha après no és només el significat del terme 'element', sinó també tot un bagatge experimental i conceptual que li dona sentit i que apunta a moltes altres aplicacions. Aquesta relació entre l'enciam i l'element carboni, serà molt útil als alumnes més endavant quan els calgui precisar el sentit químic de la paraula 'element' en altres contextos.

### SA1 DE LA UD8: “QUÈ DEU ESTAR PASSANT EN UNA ESPELMA ENCESA?”

Seguint els passos de Faraday (1861/2014) en els seus experiments públics de química, proposem als alumnes un seguit d'interrogants que podran resoldre a partir d'experiments simples però ben pensats, i així anar construint una explicació científica del que està passant en la flama d'una espelma de parafina. En descriurem alguns.

Molts alumnes consideren que el que es crema en una espelma és el ble: veure que la flama surt del ble, els sembla una prova prou clara (Figura 2). Quan els preguntem si la parafina no hi fa res,

diuen que serveix per aguantar el ble. Ho veuen tan clar que si en aquest punt els diguéssim que estan equivocats, els suposaria una decepció perquè molts no ho entendrien i es disposarien a memoritzar una explicació aparentment correcta que no entenen, per poder posar-la a l'examen, però mantenint per a si mateixos l'explicació intuïtiva inicial. Hauríem sembrat confusió i possiblement hauríem fet minvar les seves ganes d'aprendre si significa que el que per a ells és evident, resulta rebutjat. És molt frustrant per a qualsevol alumne que el seu esforç a l'escola condueixi a fer que el seu món es vagi tornant confús i per això vagi perdent l'interès per aprendre; una situació emocionalment molt negativa que cal evitar. Precisament, l'aspecte emocional és crucial en l'aprenentatge i per això a continuació mostrarem com el podem utilitzar per promoure l'aprenentatge i no per frustrar-lo.



Figura 2. La flama arrenca del ble.

Una manera de resoldre el problema anterior és comparar el pes de l'espelma abans i després d'haver estat cremant una estona (Figura 3) o comparar la seva llargada inicial i la final per comprovar que realment ha desaparegut una part de la parafina inicial.

Llavors serà fàcil que acceptin que la gran majoria del pes que falta és de parafina, ja que el pes del ble desaparegut és molt menor. Aquesta correspondència amb els fets dona seguretat, és emocionalment satisfactòria. Però ara genera un nou problema: com es pot cremar la parafina si la flama no la toca?. Aquesta falta d'explicació –no veuen connexió entre la causa i l'efecte– és emocionalment insatisfactòria per a l'alumnat i l'empeny a solucionar-ho si el context és acollidor; si fos amenaçador, desencoratjaria la disposició a l'aprenentatge. En aquest punt, ens correspon aportar-hi una via de solució.

Podem proposar una comparació. Al començar la classe haurem col·locat de costat dos vasos iguals, un amb aigua i l'altre sense, amb un pont de paper de cuina connectant-los (Figura 4). Quan arriba el moment de parlar-ne veurem que el vas buit es comença a omplir d'aigua. Els alumnes observaran com l'aigua ha pujat pel paper porós i ha passat en part a l'altre vas. Hi podem buscar explicació tenint en compte que sembla que les molècules d'aigua s'uneixen amb més força a les del paper que a les d'aigua, i és per això que es van enfilant. Un cop aquesta interpretació sembla satisfactòria per a tothom, podem tornar a l'espelma: pot estar passant-hi una cosa semblant? Al final, els mateixos alumnes poden dir que la parafina, sòlida al principi, és escalfada per la flama i es fon formant un petit llac. Un cop líquida, s'enfila pel ble de cotó, que és porós (un filferro serviria com a ble?) i es fica dins la flama on acabarà cremant-se. Ja hauran entès que realment la parafina es crema. L'explicació els semblarà satisfactòria i hauran comprès una part important del fenomen. Ara queda per comprendre la flama.

Si acostem al ble de l'espelma encesa un dels extrems d'un tubet de vidre inclinat, per l'altre costat en surt un fum blanc (Figura 5). Com que no hi troben explicació, la situació és emocionalment insatisfactòria, però en un context de col·laboració,

emocionalment no amenaçador, de nou predisposa a buscar-hi solució, és a dir, a aprendre. En aquest punt podem proposar una altra comparació: un núvol blanc en el cel blau (Figura 6).



Figura 3. Després de cremar, l'espelma pesa menys



Figura 4. Desplaçament de l'aigua en dos vasos iguals (un amb aigua i l'altre sense) connectats amb un pont de paper de cuina. A l'esquerra, situació inicial. A la dreta, situació al cap d'una estona.



Figura 5. Fum blanc procedent de la flama



Figura 6. Un núvol blanc, un cas prou conegut, servirà de model.

Anteriorment (a la UD2) ja han estudiat com es formen els núvols i de què estan fets: de gotetes fines d'aigua líquida, formades quan el vapor d'aigua es refreda. Podem aplicar-ho al cas de l'espelma? Com en l'experiment dels dos vasos, un sistema conegut serveix de model per entendre un altre sistema menys conegut, un recurs molt utilitzat en ciències. Al final els alumnes afirmen que la parafina gasosa de prop del ble es refreda al passar pel tub i en surt en forma de núvol blanc fet de gotetes líquides o de partícules sòlides de parafina. El resultat torna a ser emocionalment satisfactori. Ara falta per aclarir què li passa després a la parafina dins de la flama, una ignorància emocionalment insatisfactòria, però motivadora.

Si acostem a la flama un vas relativament fresc, notarem com s'entela per dins al cap de poc (Figura 7). Al passar el dit veurem que es tracta d'aigua. D'on ha sortit? De moment no ho saben i els crea insatisfacció (que predisposa a solucionar-la). Algú ho pot relacionar amb els vidres entelats a l'hivern, ja que el vidre és fred. Aprofitant la nova comparació, podem preguntar com és que al començar la classe del matí els vidres no estan entelats però s'entelen després, just el mateix que passa amb el vas que hem fet servir. A la classe, els vidres s'entelen perquè hi ha persones que al respirar alliberen vapor d'aigua, el vidre fred li pren energia fent que el vapor d'aigua passi a líquid. Aquí, la flama deu ser la que produeix vapor d'aigua (satisfactori). És estrany, perquè la parafina no conté aigua (insatisfactori). Però els alumnes estan acostumats a la fórmula de l'aigua,  $H_2O$ , que significa que conté els elements hidrogen i oxigen. Llavors, si s'ha format aigua és que s'han ajuntat H i O: d'on deuen haver sortit? El més fàcil de localitzar és l'oxigen, que és a l'aire i el necessitem per respirar; podem comprovar que si tanquem l'espelma encesa dins d'un pot de vidre, la flama acaba apagant-se (Figura 8) perquè ha exhaurit l'oxigen de l'interior (satisfactori). Però i l'hidrogen? No és pas a l'aire, només pot haver sortit de la parafina que devia contenir l'element hidrogen. Una explicació que resulta satisfactòria i és un nou aprenentatge.



Figura 7. El vas, acabat de posar no està entelat però al cap d'una mica sí.



Figura 8. La progressiva escassetat d'oxigen fa empètir la flama fins que s'apaga.

Si ara posem el tubet a la part alta de la flama en surt un fum negre (Figura 9). L'explicació que teníem per al fum blanc, aquí no serveix (insatisfactori) i en cal una altra. Al final, acabem deduint que es tracta de carboni sòlid, que està incandescent a la part alta de la flama, la més lluminosa. Això ens genera dubtes (insatisfacció): d'on ha sortit? Per què està incandescent? En què s'acaba convertint, si el fum que surt de la flama no és pas negre? Al final arribem al convenciment (satisfactori) que: el carboni només pot haver sortit de la parafina i la parafina deu contenir l'element carboni (no ens ha d'estranyar, ja que ens han dit que era un hidrocarbur); igual que l'hidrogen reacciona amb l'oxigen de l'aire, el carboni deu reaccionar amb l'oxigen per formar l'òxid corresponent, el diòxid de carboni; com que el carbó és sòlid a alta temperatura, deu estar en forma de pols, com hem vist en el fum negre, i al reaccionar amb l'oxigen gas es posa incandescent com veiem al cremar carbó, que crema sense flama (Figura 10).



Figura 9. Surt fum negre de la part superior de la flama.



Figura 10. El carbó cremant-se sense flama.

En definitiva, hem pogut constatar que la parafina sòlida es fon per la calor de la flama i llavors puja pel ble per capil·laritat, on s'evapora per l'escalfor. Fins aquí el procés ha consumit energia i el podem representar tal com es mostra a la Figura 11.



Figura 11. Representació del procés de fusió i evaporació de la parafina d'una espelma encesa.

Dins la flama, la parafina reacciona amb l'oxigen de l'aire formant vapor d'aigua i produint carbó sòlid, que rep més oxigen i crema posant-se incandescent per produir diòxid de carboni. El conjunt de reaccions aporta molta energia, una part de la qual s'utilitza per realitzar els canvis d'estat de la parafina. Tot el procés el podem resumir globalment com a la Figura 12, indicant també els elements de cada substància i, si convé, les fórmules químiques de cada substància (excepte la parafina, que és una mescla):

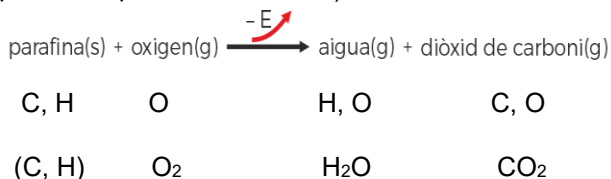


Figura 12. Resum del procés químic global d'una espelma encesa.

La formació d'aigua i de diòxid de carboni són la prova que la parafina està composta pels elements carboni i hidrogen i és per això que es diu que és un hidrocarbur.

Com hem vist, la necessitat de resoldre la insatisfacció de l'alumne amb les seves idees actuals és el motor emocional que l'empeny a canviar-les, és a dir, a aprendre. Les emocions i els raonaments, degudament utilitzats didàcticament, treballen junts a favor d'un aprenentatge satisfactori.

Una anàlisi cognitiva i emocional més completa del treball escolar de l'espelma es pot trobar a Aliberas (2020).

En aquest article hem vist com anem desenvolupant el significat de 'canvi químic', tan complex que de vegades es passa per alt. També hem intentat mostrar una forma de treballar les ciències a l'aula que no només motiva els alumnes sinó que els ofereix un coneixement profund –tan teòric com pràctic– dels fenòmens, encara que sigui a nivell escolar, que mobilitza emocions, i que els resulta força més atractiu que una colla de problemes convencionals.

## NOTES

- [1] Muñoz, X., Costa, M. i Lope, S. (2023) La vida a la Terra: un planeta diferent. [Unitat 3 – Material Didàctic]. Ciències 12 -15. [https://ddd.uab.cat/pub/recdoc/2023/310534/UD3\\_La\\_vida\\_a\\_la\\_Terra\\_igual\\_pero\\_diferent\\_-\\_novembre\\_2023.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/recdoc/2023/310534/UD3_La_vida_a_la_Terra_igual_pero_diferent_-_novembre_2023.pdf)
- [2] Izquierdo, M., Guitart, F. i Aliberas, J. (2023) Què es manté inalterat quan tot canvia? De l'espelma als aliments. [Unitat 8 – Material Didàctic]. Ciències 12-15. [https://ddd.uab.cat/pub/recdoc/2023/310534/UD8\\_Què\\_es\\_mante\\_inalterat\\_quan\\_tot\\_canvia\\_-\\_novembre\\_2023.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/recdoc/2023/310534/UD8_Què_es_mante_inalterat_quan_tot_canvia_-_novembre_2023.pdf)
- [3] Ciències 12 - 15. UD3 De què és fet un enciam [vídeo]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=L3Pd4ya8Ak\\_c&list=PL5vYJ\\_gjTNwjT432UFAjzu92un4KDUNpj&index=11](https://www.youtube.com/watch?v=L3Pd4ya8Ak_c&list=PL5vYJ_gjTNwjT432UFAjzu92un4KDUNpj&index=11)

## BIBLIOGRAFIA

- Aliberas, J. (2020). Com funciona una flama? Construcció i reconstrucció de models mentals davant d'una espelma. *Educació Química EduQ*, 27, 27-34 <https://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000300/0000026.pdf>
- Faraday, M. (2014). *La historia química de una vela*. Nivola Libros y Ediciones.