

«UAu, això és química!»

«UAu, this is chemistry!»

Josep Duran / Universitat de Girona

Pep Anton Vieta / Universitat de Girona

Tania López / Universitat de Girona

Terenci Corominas / Escola Universitària ERAM



resum

«UAu, això és química!» és una eina al servei dels professors de química de batxillerat. Consisteix en vídeos de curta durada que tracten setze temes de química. Aquests temes es corresponen amb el temari de batxillerat, dels estats de la matèria a les reaccions químiques, de l'estructura atòmica a la química orgànica. L'estructura dels vídeos és la mateixa: es parteix d'una situació quotidiana, propera als alumnes, de la qual sorgeix una pregunta. Els científics responen amb una curta explicació acompanyada d'un experiment químic espectacular. Així, aquests vídeos poden esdevenir una bona forma d'introduir un tema a l'aula.

paraules clau

Química, batxillerat, experiment, química recreativa, química espectacular, motivació.

abstract

«UAu, this is chemistry!» is a tool for high school chemistry teachers. It consists of short videos that deal with sixteen chemistry issues. These topics relate to the Chemistry curriculum at high school: from the states of matter in chemical reactions to atomic structure in organic chemistry. The structure of the videos is the same: they start with an everyday situation, relevant to the students, in which a question arises. Scientists respond with a short explanation accompanied by a spectacular chemical experiment. These videos can therefore become a good way to introduce a topic in the classroom.

keywords

Chemistry, college, experiment, recreational chemistry, spectacular chemistry, motivation.

Introducció

Des de fa gairebé deu anys, el nostre grup s'ha desplaçat a nombrosos centres preuniversitaris per sembrar entre els estudiants la llavor de les vocacions científiques. Per fer-ho, hem utilitzat experiments de química recreativa. Els experiments atrauen l'atenció dels estudiants, els quals es mostren més interessats a conèixer els processos que hi tenen lloc (Lister, 2002; Shakhshiri, 1983). La nostra presència és sempre ben rebuda en els centres de secundària i batxillerat, tant per part d'alumnes com de professors, que sovint es troben amb la

dificultat de poder oferir als alumnes l'oportunitat de realitzar experiments de química al laboratori.

El projecte que es presenta pretén oferir als centres la possibilitat de consultar i utilitzar a l'aula experiments realment impactants de química a través de la xarxa. Per a això, en col·laboració amb centres de batxillerat, s'ha dividit el temari de química en setze temes, els quals es presenten mitjançant un experiment visualment atractiu. L'experiment s'inicia amb una introducció consistent en una situació quotidiana i familiar per als alumnes, com

l'esport, la moda, l'amistat, etc., per atraure la seva atenció. Seguidament, un experiment espectacular centrarà el tema que a continuació el professor vol exposar a classe. Tots els experiments es poden consultar a través dels canals de vídeo més populars presents a la xarxa.

Desenvolupament del projecte

La divisió del temari s'ha fet en funció del currículum de batxillerat. Els primers temes són comuns amb el temari de l'ensenyament secundari obligatori, per la qual cosa els vídeos també poden ser usats en aquest

nivell. La divisió és com segueix a continuació:

- Experiment 1. Mescles homogènies (fòsfor vermell i clorat potàssic amb efecte papallona).
- Experiment 2. Mescles heterogènies (oli, aigua i sodi).
- Experiment 3. Estat sòlid (arbre cristal·litzat).
- Experiment 4. Estat líquid (difusió del líquid).
- Experiment 5. Estat gasós (nitrogen líquid).
- Experiment 6. Reaccions químiques (reaccions en cadena).
- Experiment 7. Cinètica de reacció (persulfat i iodur).
- Experiment 8. Equilibri químic (equilibri entre el diòxid de nitrogen i el tetraòxid de dinitrogen).
- Experiment 9. Equilibri de solubilitat i complexació (estalagmita d'acetat sòdic).
- Experiment 10. Equilibri de transferència de protons (arc de Sant Martí amb indicadors).
- Experiment 11. Reaccions de transferència d'electrons (I) (Belousov-Zhabotinsky).
- Experiment 12. Reaccions de transferència d'electrons (II) (volcà de dicromat d'amoni).
- Experiment 13. Termodinàmica. Reacció endotèrmica (hidròxid de bari i tiocianat d'amoni).
- Experiment 14. Termodinàmica. Reacció exotèrmica (oxidació de l'alumini amb brom).
- Experiment 15. Teoria atòmica (flames de colors).
- Experiment 16. Sistema periòdic (clorat, bromat i iodat potàssic amb sofre i àcid sulfúric).
- Experiment 17. Enllaç químic (termita).
- Experiment 18. Química orgànica (obtenció d'un poliuretà).

Els vídeos consten de dues parts. La primera part consisteix en una situació quotidiana de la qual sorgeix una pregunta. Per exemple, un jove grup de música pregunta si la música i la taula

periòdica tenen alguna relació. En una sala, una parella de ball pregunta si els àtoms també s'ajunten per «ballar» junts. Davant un monument, un fotògraf pregunta si la degradació de les roques calcàries té a veure amb la química. Dins una cova, un espeleòleg pregunta com es formen les estalagmites (fig. 1).



Figura 1. Imatge de la cova de l'Orri, on es va gravar la introducció del tema de l'equilibri de solubilitat.

La segona part del vídeo consisteix a donar resposta a la pregunta amb una explicació científica simple, concreta i comprensible però rigorosa. Aquesta resposta serveix d'introducció al tema que es tractarà a l'aula. La resposta s'acompanya amb un experiment espectacular.

Els experiments

Aquests experiments s'han decidit filmar perquè presenten alguna complicació a l'hora de realitzar-los en viu, sigui en una aula o en un laboratori docent. Alguns experiments s'han filmat en un laboratori fictici, mentre que d'altres s'han gravat en una antiga fàbrica tèxtil. Poden ser reaccions perilloses, llargues o difícils. En les descripcions dels

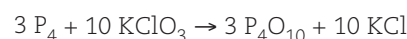
experiments, els lectors podran valorar la idoneïtat (o no) de realitzar-los en viu.

Experiment 1. Mescles homogènies

Es barreja una porció de fòsfor vermell amb una porció de clorat de potassi. És suficient una punta d'espàtula petita. Seguidament, amb una ploma i amb molta cura,

es barregen les dues substàncies fins a aconseguir una *mescla homogènia*. La reacció s'inicia per fricció, per la qual cosa cal fer aquest experiment amb molta delicadesa i amb poca quantitat de reactius.

Un cop barrejades les substàncies, amb l'ajuda d'un martell, s'activa la reacció donant un cop sobre la barreja: s'aconsegueix una gran explosió, de la qual es desprèn un gas homogeni (Shakhshiri, 1983). Només podem apreciar una mena de fum, que correspon al pentòxid de fòsfor i al clorur de potassi.



Es pot fer a molt petita escala en una aula o en un laboratori ben ventilat.

Experiment 2. Mescles heterogènies

Dins un recipient, s'aboca una gran quantitat d'aigua i unes gotetes de l'indicador àcid-base fenolftaleïna. A continuació, a sobre d'aquesta capa aquosa, s'afegeix una quantitat una mica més petita d'oli. Es talla un petit tall de sodi metall, aproximadament de la mida d'un cigró, i s'introdueix amb molta cura en el recipient per poder començar a veure la reacció. El sodi travessarà la capa d'oli sense reaccionar-hi, però, quan entri en contacte amb l'aigua, reaccionarà per desprendre hidrogen i es formarà hidròxid sòdic. Aquesta base farà virar l'indicador a un color rosat.

Si la reacció es fes amb unes altres condicions, seria molt perillosa, ja que la reacció del sodi amb l'aigua és molt violenta: es produeix una reacció molt exotèrmica.



Es pot fer a petita escala a l'aula o al laboratori.

Experiment 3. Estat sòlid

Es fa cristal·litzar una dissolució concentrada d'hidrogenfosfat d'amoni. En el cas presentat, la dissolució es fa pujar per capil·laritat per un cartró porós que pren la forma d'un arbre. Als extrems, que és on hi ha més evaporació, comencen a formar-se cristalls del sòlid. Una mica de colorant alimentari a les branques de l'arbre dona un bonic color rosat als agregats cristal·lins. Per a aquest experiment no calen mesures de seguretat extraordinàries, però és un experiment lent i pot trigar unes vuit hores o més a completar-se.

Experiment 4. Estat líquid

Es preparen dos recipients, l'un amb aigua freda i l'altre amb aigua calenta. Es deixen caure unes gotes de colorant alimentari

Es fa cristal·litzar una dissolució concentrada d'hidrogenfosfat d'amoni. En el cas presentat, la dissolució es fa pujar per capil·laritat per un cartró porós que pren la forma d'un arbre

en cadascun dels recipients i es comprova que el colorant es difon molt millor en l'aigua calenta. L'experiment es complementa amb la difusió d'una petita quantitat de fluoresceïna sota llum ultraviolada a les fosques. La primera part de l'experiment no necessita una gran instrumentació ni reactius difícils de trobar i, per tant, es pot fer a l'aula. És més complicat disposar de fluoresceïna i de llum ultraviolada.

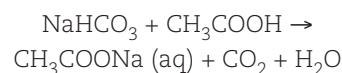
Experiment 5. Estat gasós

L'experiment que es presenta consisteix a abocar nitrogen líquid en una piscina i a observar-ne la ràpida evaporació. Tot i que el nitrogen gasós no es veu, el seu traç es torna visible gràcies a la condensació i la solidificació de petites gotes d'aigua de la humitat de l'aire. Així, el traç del nitrogen fred és un núvol. Per a un centre de secundària, és difícil

aconseguir i emmagatzemar nitrogen líquid. En aquest experiment, s'ha volgut buscar l'espectacularitat d'abocar una gran quantitat de nitrogen líquid en un gran volum d'aigua.

Experiment 6. Reaccions químiques

Per presentar diferents tipus de reaccions químiques, es fa una gran reacció en cadena. Es parteix de la reacció entre bicarbonat i vinagre, que genera CO_2 , el qual es fa servir com a reactiu i com a impulsor de la resta de les reaccions.



A la primera reacció, el CO_2 es fa reaccionar amb una dissolució de fenolftaleïna en medi lleugerament bàsic. Com a resultat, l'indicador es torna incolor, la qual cosa correspon a la fenolftaleïna en medi àcid.

Aquesta és una reacció de transferència de protons (àcid-base).

A la segona reacció, el CO_2 es fa passar per una dissolució d'hidròxid de calci, amb la qual cosa es forma carbonat de calci, insoluble. El resultat és la formació d'un precipitat de carbonat de calci:

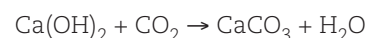
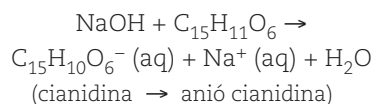


Figura 2. Experiment de l'estat gasós en què es comprova com el nitrogen líquid es converteix en gas en qüestió de segons.

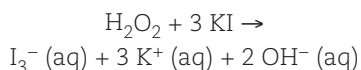
Es tracta d'una reacció de precipitació.

El CO_2 impulsa NaOH sobre una dissolució aquosa d'extracte de col vermella, que conté un indicador de pH natural anomenat *cianidina*. A pH neutre, el color és lila, mentre que a pH bàsic, el color és verd i pot arribar fins al groc:



Aquesta tercera reacció és una reacció de transferència de protons (àcid-base).

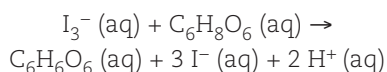
A la quarta reacció, el CO_2 impulsa una dissolució de H_2O_2 sobre una dissolució de KI amb unes gotes de midó. El peròxid d'hidrogen oxida el iodur a iode, i el iode forma un complex de color lila molt intens amb el midó, per la qual cosa s'observa com la dissolució incolora de iodur es torna fosca:



El midó és un polisacàrid i el complex es dona quan aquesta estructura polimèrica embolcalla els ions I_3^- .

Aquesta reacció és de transferència d'electrons (d'oxidació-reducció, redox).

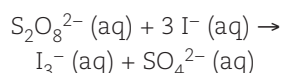
A la darrera reacció, s'impulsa àcid ascòrbic, que prové d'una pastilla comercial de vitamina C, sobre una dissolució que conté iode i midó. El color d'aquesta dissolució és fosc pel complex entre iode i midó que acabem de comentar. Quan reacciona amb l'àcid ascòrbic, el iode es redueix a iodur, per la qual cosa el complex es trenca i la dissolució es torna incolora.



Els reactius són fàcils de trobar i les reaccions no són perilloses, però el muntatge pot ser una mica complicat de realitzar a l'aula en una hora.

Experiment 7. Cinètica de reacció

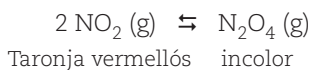
Hi ha diverses reaccions de les quals es pot observar l'evolució al llarg del temps. Com a exemple d'aquest tema de batxillerat, s'ha escollit la reacció entre una dissolució de iodur de potassi i peroxodisulfat de potassi en presència de midó. La reacció té lloc a una velocitat que depèn de la concentració dels reactius i, quan es completa, s'observa per la formació del complex entre iode i midó:



Altres reaccions que es fan visibles, com aquesta, també tenen com a protagonista la formació del complex entre iode i midó. Per exemple, la reacció entre iodur i iodat o entre iodat i hidrogensulfat sòdic (Shakhashiri, 1992). Qualsevol de les reaccions comentades es pot fer a l'aula o al laboratori, però, si es volen fer diferents concentracions, com en aquest cas, es necessitarà una bona estona de preparació. Alternativament, és possible calcular l'ordre de la reacció i la constant de velocitat, però això s'escapa dels objectius del present projecte.

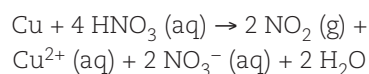
Experiment 8. Equilibri químic

Un dels exemples clàssics de reaccions en equilibri són les reaccions reversibles, més concretament, l'equilibri de dimerització del diòxid de nitrogen:



El NO_2 és un gas irritant de color taronja vermellós que se

sintetitza fàcilment mitjançant la reacció entre coure metàl·lic i àcid nítric diluït:



Per evitar respirar el NO_2 , si no es disposa d'una campana de gasos, es pot sintetitzar dins d'un recipient que es pugui tancar i pressionar, com una xeringa. D'aquesta forma, es pot estudiar l'equilibri entre el diòxid de nitrogen i el seu dímer.

Quan es pressiona el NO_2 amb l'èmbol, primer s'observa com el color s'enfosqueix a causa de la concentració de gas en un espai menor, però de seguida la reacció es desplaça cap a la formació del dímer pel principi de Le Châtelier. Després de pocs segons, el color desapareix gairebé totalment. Quan es torna a desplaçar l'èmbol i s'expandeix el gas, no hi ha un canvi de color immediat, ja que es veu gairebé incolor. Pel mateix principi, però, es forma el monòmer i ràpidament es torna a observar el color vermellós del NO_2 . L'equilibri es pot observar en diverses ocasions, sobretot si el sistema és prou estanc.

Aquesta reacció es pot fer a l'aula a petita escala amb una xeringa, però no es visualitza gaire bé.

Quan es pressiona el NO_2 amb l'èmbol, primer s'observa com el color s'enfosqueix a causa de la concentració de gas en un espai menor, però de seguida la reacció es desplaça cap a la formació del dímer pel principi de Le Châtelier. Després de pocs segons, el color desapareix gairebé totalment



Figura 3. Una columna de cromatografia i un èmbol casolà permeten visualitzar força bé l'equilibri entre el diòxid de nitrogen i el seu dímer.

Experiment 9. Equilibri de solubilitat i complexació

Per fer aquest experiment, s'ha de preparar una dissolució supersaturada d'acetat sòdic en aigua (Hiegel, 1980). Les proporcions són 50 g d'acetat sòdic trihidratat en 5 ml d'aigua. La dissolució es fa en calent i es deixa refredar fins a temperatura ambient. En la dissolució, també s'utilitzen les aigües d'hydratació. La dissolució és metaestable i qualsevol pertorbació la fa precipitar: una agitació sobtada, una irregularitat en el recipient, etc.

La dissolució es vessa lentament sobre una superfície a la qual s'han afegit uns cristalls d'acetat sòdic sòlid, que actuen de nuclis de cristallització. A mesura que la dissolució cau, va cristallitzant. La reacció de cristallització, a més, és exotèrmica.

L'experiment també es pot fer a l'aula, però té l'inconvenient de la sensibilitat de la dissolució metaestable, ja que pot precipitar en qualsevol moment.

Experiment 10. Equilibri de transferència de protons

Hi ha moltes reaccions de tipus àcid-base, però, en aquest cas, n'hem escollit una de visualment atractiva. Concretament, l'arc de Sant Martí amb indica-

dors. Cal preparar una dissolució diluïda de NaOH (0,05 M és suficient) i dissolucions de tres indicadors: fenolftaleïna, timolftaleïna i p-nitrofenol. Per aconseguir els diferents colors, es disposen els indicadors en set vasos de precipitats de la forma següent:

— Vermell: 10 gotes de fenolftaleïna + 4 gotes de nitrofenol + 2 gotes de H_2SO_4 2,5 M.

— Taronja: 2 gotes de fenolftaleïna + 14 gotes de nitrofenol + 2 gotes de H_2SO_4 2,5 M.

— Groc: 15 gotes de nitrofenol + 2 gotes de H_2SO_4 2,5 M.

— Verd: 6 gotes de timolftaleïna + 10 gotes de nitrofenol + 2 gotes de H_2SO_4 2,5 M.

— Blau: 15 gotes de timolftaleïna.

— Lila: 7 gotes de fenolftaleïna + 7 gotes de timolftaleïna.

— Violet: 15 gotes de fenolftaleïna.

Hi ha moltes varietats d'aquest mateix experiment, però, en aquest cas, es va procedir simplement abocant la dissolució bàsica sobre les dissolucions d'indicadors. Els indicadors són quasi invisibles i, per reacció amb la solució bàsica, s'observa la formació dels colors corresponents a l'arc de Sant Martí (Aguilar Muñoz, Fernández Tapia i Durán Torres, 2011).

La reacció no presenta problemes per ser realitzada a l'aula. L'efecte és molt atractiu i permet parlar de l'escala i dels indicadors de pH.

Experiment 11. Reaccions de transferència d'electrons (I)

Com en el cas anterior, hi ha moltes reaccions en què intervenen oxidacions i reduccions d'espècies químiques. La reacció escollida, que és la de Belousov-Zhabotinsky, es podria considerar també una reacció de cinètica química.

Per fer aquesta reacció, cal un recipient i un agitador magnètic i, a més, cal preparar quatre dissolucions de la forma següent:

— Solució A: es dissolen 0,22 g de $Ce(SO_4)_2 \cdot 4 H_2O$ en 75 ml d'aigua destil·lada i, a continuació, s'hi afegeixen lentament 25 ml d'àcid sulfúric concentrat i es va agitant. Finalment, s'afegeix H_2O_2 del 3 % gota a gota fins que el color groc del ceri hagi desaparegut.

— Solució B: es dissolen 3,12 g de bromat de potassi en 100 ml d'aigua destil·lada.

— Solució C: es prepara una solució de ferroïna 0,01 M de la forma següent: es dissolen 0,55 g de sulfat de ferro (II) heptahidratat en 200 ml d'aigua destil·lada i,

Hi ha moltes reaccions de tipus àcid-base, però, en aquest cas, n'hem escollit una de visualment atractiva. Concretament, l'arc de Sant Martí amb indicadors. Cal preparar una dissolució diluïda de NaOH (0,05 M és suficient) i dissolucions de tres indicadors: fenolftaleïna, timolftaleïna i p-nitrofenol

a continuació, s'afegeixen 1,18 g de 1,10-fenantrolina. Finalment, cal filtrar la dissolució.

— Solució D: es dissolen 8,58 g d'àcid malònic en 100 ml d'aigua destil·lada.

Un cop preparades les quatre dissolucions, es disposen uns 10 ml de cada una, per ordre, en el recipient que té agitació. Només de la dissolució C s'hi afegeixen deu gotes (Jahnke i Winfree, 1991).

Quan es prepara la solució A i s'afegeix el H_2SO_4 , la solució es torna de color groc i després calor, ja que és molt exotèrmica. Si és possible, és convenient afegir l'àcid lentament i sota una campana extractora de gasos. El fet que la solució sigui groga és pel sulfat de ceri, però, a mesura que s'aboca la dissolució de H_2O_2 , aquesta es torna incolora en pocs segons.

En aquesta reacció, es barregen tres solucions incolores per donar lloc a oscil·lacions periòdiques entre els colors vermell i blau, passant pel groc, el verd i el lila.

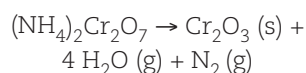
La reacció és una mica complicada de fer, perquè calen reactius poc habituals en un laboratori de secundària. Més aviat es podria considerar una pràctica, si diferents grups preparen les diferents dissolucions. L'experiment permet mesurar la cinètica d'algunes reaccions que hi tenen lloc.

Experiment 12. Reaccions de transferència d'electrons (II)

Un dels motius de la filmació de vídeos per al projecte «UAu, això és química!» era filmar experiments poc recomanables de fer a l'aula. Aquest i la reacció entre el brom i l'alumini en són dos clars exemples. Per a aquesta segona reacció de tipus redox, s'ha escollit l'experiment conegut com a volcà de dicromat, en el qual es fa servir dicromat d'amoni i es desprèn triòxid de crom. Ambdues

substàncies són tòxiques i també perilloses per al medi ambient. Això contrasta amb la «lleugeresa» amb què es presenta l'experiment a la xarxa.

L'experiment és senzill de fer: només cal encendre un piló de dicromat d'amoni perquè es produeixi la reacció (Shakhashiri, 1983). El reactiu conté l'oxidant (el dicromat) i el reductor (l'amoni):



És un experiment gens recomanable de fer, fins i tot si es fa sota una vitrina.

Experiment 13. Termodinàmica. Reacció endotèrmica

Per presentar el tema de la termodinàmica química, ens va semblar una bona idea diferenciar reaccions endotèrmiques i exotèrmiques. Les primeres són menys habituals i una bona part de les reaccions descrites en aquest article ho són.

La reacció endotèrmica escollida ha estat un clàssic: es tracta de la reacció entre l'hidròxid de bari i el tiocianat d'amoni, que pot representar-se de forma senzilla com segueix:

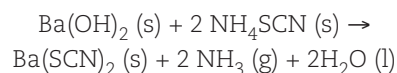


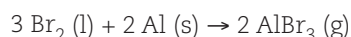
Figura 4. L'espectacular experiment amb brom i alumini genera una gran quantitat de vapors de tribromur d'alumini en una reacció altament exotèrmica.

Es disposen 30 g d'hidròxid de bari en un vas de precipitats i s'hi afegeixen 13 g de tiocianat d'amoni. Els dos sòlids es barregen amb un vareta de vidre i s'espera una estona per comprovar com la temperatura de la mescla disminueix fins a baixar per sota dels 0 °C.

Alternativament, es pot fer servir també el clorur d'amoni, però amb el tiocianat s'aconsegueixen temperatures més baixes (Lister, 2002). La reacció és senzilla i es pot fer al laboratori, si se segueixen les normes de seguretat habituals.

Experiment 14. Termodinàmica. Reacció exotèrmica

La reacció entre el brom i l'alumini desprèn una gran quantitat d'energia. Tant el brom com el tribromur d'alumini que es forma són tòxics i, per aquest motiu, no és gens recomanable fer aquesta reacció al laboratori (i encara menys a l'aula). Per fer la reacció, s'introdueixen uns mil·lilitres de brom dins un tub d'assaig i s'hi afegeix un tros de paper d'alumini. Després d'uns segons, s'inicia una reacció exotèrmica que encén part dels vapors que es formen:



Experiment 15. Teoria atòmica

Els alquimistes ja s'havien adonat que diferents elements (o substàncies) cremaven amb flames de colors diferents. Fins que Bunsen i Kirchoff no van inventar el primer espectroscopi, no es van poder diferenciar i identificar aquests colors de les flames. L'invent va ser cabdal en l'elaboració de la primera teoria atòmica basada en la quantització de l'energia. La teoria podia explicar bé els senyals observats en l'espectre d'emissió de l'hidrogen.

Les flames de colors són el fil conductor d'aquestes senzilles explicacions i s'obtenen també de

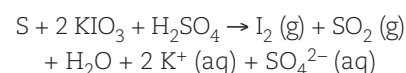
forma senzilla. Sobre una superfície resistent a la calor, es disposa una petita capa de sorra. La sorra es mulla amb etanol i aquest s'encén. Sobre la flama, en diferents llocs de la safata, es disposen sals de diversos metalls, que cremen amb un color característic a la flama. Per exemple, el clorur de liti crema de color vermell; el clorur de sodi, de color groc; l'àcid bòric, de color verd, i el clorur de coure (II), d'un color verd blavós (Duran i Vieta, 2011).

Els alquimistes ja s'havien adonat que diferents elements (o substàncies) cremaven amb flames de colors diferents. Fins que Bunsen i Kirchoff no van inventar el primer espectroscopi, no es van poder diferenciar i identificar aquests colors de les flames

L'experiment no és perillós i es pot fer a l'aula. És interessant enfosquir l'aula o el laboratori per observar millor els colors. Alternativament, es pot construir un espectroscopi casolà i comprovar-ne el funcionament mirant les flames dels elements.

Experiment 16. Sistema periòdic

Els halògens són un dels grups amb un comportament més regular. En aquest experiment es compara la reactivitat dels halogenats amb sofre en medi àcid. La reacció general, representada en aquest exemple pel iodat, és la següent:



Es barregen 1 g de sofre i 0,1 g de l'halogenat. La barreja s'ha de

fer amb precaució, ja que, en el cas del bromat, la reacció esperada es podria iniciar només amb el fregament. Un cop barrejat, es disposa en una càpsula de porcellana i s'hi afegeixen una o dues gotes d'àcid sulfúric concentrat. La reacció comença en pocs segons.

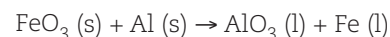
En el cas del iodat, s'observa la formació d'un gas de color violat, que correspon al iode gasós. La reacció és molt més violenta amb el bromat que amb el iodat, ja que, en aquest cas, s'observa una deflagració intensa. Per al cas del clorat, aquest s'arriba a reduir a clorur.

L'experiment, que despèn iode (o brom!) i en el qual es manipula àcid sulfúric concentrat, no s'ha de fer a l'aula. Al laboratori, cal fer-lo sota la vitrina.

Experiment 17. Enllaç químic

En totes les reaccions comentades, es trenquen i es formen enllaços, però aquests canvis no són evidents. Molt sovint, quan expliquem exemples de reaccions químiques quotidianes i senzilles als alumnes més joves, els posem l'exemple del ferro que es rovella. En la reacció proposada, té lloc la reacció inversa: el rovell es torna ferro.

Aquesta reacció és l'anomenada *reacció termita*, que té lloc entre òxid de ferro i alumini per donar lloc a ferro i òxid d'alumini:



No és cap errada tipogràfica que el ferro obtingut sigui líquid. De fet, que el ferro sigui líquid (fos) és el que fa tan atractiva la reacció, que s'ha utilitzat com a demostració espectacular des de fa anys (Fine, 1931).

Per fer la reacció, cal una proporció 3:1 d'òxid de ferro i alumini. Per a una petita demostració, són suficients 3 g d'òxid de ferro i, d'aquesta forma, es pot fer al la-

boratori. Per iniciar la reacció, es pot fer servir una tira de magnesi, però nosaltres fem servir una bengala infantil, molt més fàcil de trobar i igualment eficaç.

que es fan servir d'aïllants en la construcció. En el nostre cas, la relació entre uretà i polioli ha estat de 60/100 i s'ha obtingut una escuma de poliuretà rígida,

centes seixanta-una visualitzacions i vuitanta-sis subscripcions. El nombre de visualitzacions ha estat variable, sobretot al principi, i ha presentat dues puntes impor-



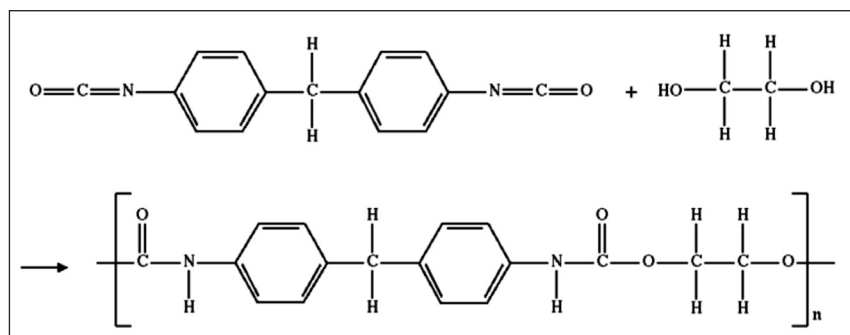
Figura 5. La reacció termita és una espectacular reacció en què s'obté ferro fos i que permet foradar planxes metàl·liques com la d'aquesta rentadora.

Experiment 18. Química orgànica

Com a experiment demostratiu de química orgànica, s'ha escollit la formació d'una escuma de poliuretà. Els poliuretans s'obtenen per reacció entre un polioli i un isocianat, i es poden representar de forma genèrica per la reacció següent:

d'una consistència semblant a la d'un seient de cotxe.

No ha estat fàcil trobar els reactius en els distribuïdors habituals, de manera que hem hagut de recórrer a indústries locals de fabricació de poliuretans, que amablement ens han cedit els reactius.



Segons el tipus d'uretà, el de polioli i la relació entre ells, s'obtenen diferents tipus d'escumes de poliuretà, des de més toves, com les que omplen els coixins, fins a més dures, com les

Avaluació dels resultats

El projecte es va presentar en públic el dia 28 de gener. El balanç dels tres primers mesos, fins al 28 d'abril, és altament positiu. Els vídeos han tingut set mil nou-

Segons el tipus d'uretà, el de polioli i la relació entre ells, s'obtenen diferents tipus d'escumes de poliuretà, des de més toves, com les que omplen els coixins, fins a més dures, com les que es fan servir d'aïllants en la construcció. En el nostre cas, la relació entre uretà i polioli ha estat de 60/100 i s'ha obtingut una escuma de poliuretà rígida, d'una consistència semblant a la d'un seient de cotxe

tants: el dia 28 de gener, en què es va presentar el projecte a la comunitat educativa i a la premsa, i el dia 9 de febrer, en què el programa *Espai Internet*, de Televisió de Catalunya, va fer referència al web i al canal de YouTube.

Altres increments destacats en el nombre de visualitzacions corresponen a la nostra participació en el programa *Espai Terra*, també de Televisió de Catalunya, en què es va fer esment del projecte «UAu, això és química!».

Després d'aquest inici, hem volgut fer un estudi serè de l'evolució del darrer mes (abril), en el qual hem observat una regularitat en el nombre de visites, que es calculen al voltant de trenta-cinc. Cal tenir en compte que el mes d'abril, a efectes lectius, és molt curt, ja que inclou la setmana santa.

Una dada interessant correspon a les persones que visiten el canal, majoritàriament homes

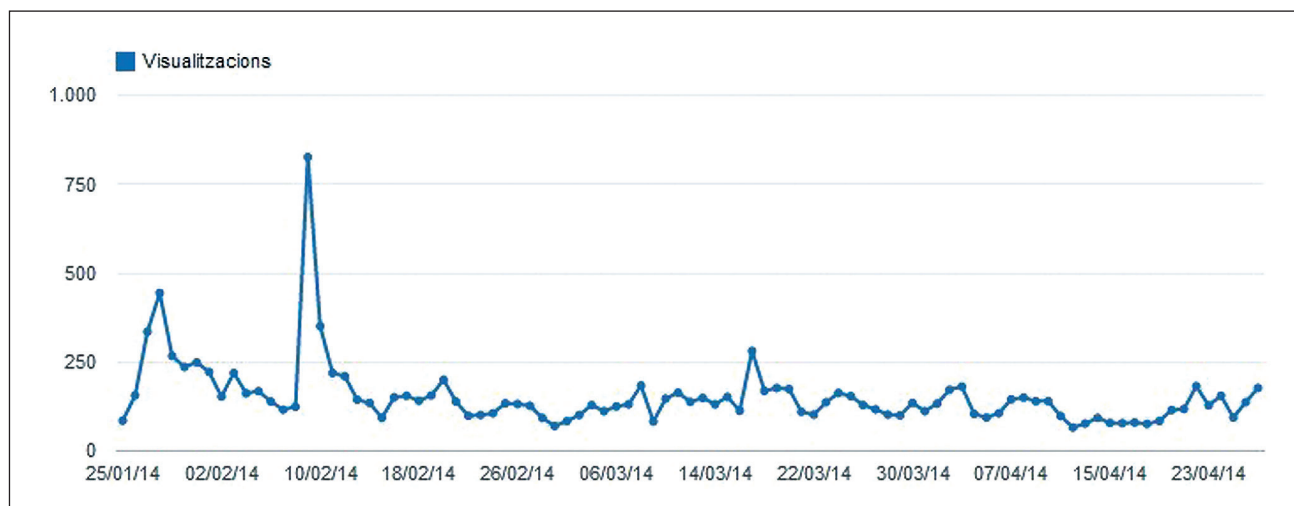


Figura 6. Gràfic del nombre de visites al canal els tres mesos posteriors a la presentació del projecte. Dades procedents de YouTube Analytics.

d'entre quaranta-cinc i cinquanta-cinc anys. Aquesta dada ens fa suposar que una bona part de les visualitzacions es deu fer a l'aula, per la qual cosa el nombre de persones (alumnes) que veuen els vídeos és molt més gran. És interessant veure que la franja d'edat compresa entre els tretze i els disset anys també hi mostra interès, ja que és la tercera franja més activa.

jecte «Reacciona... explota!» (<http://www.reacciona.cat>) o del portal de Recerca en Acció, a l'apartat «Experimenta» (<http://www.recercaenaccio.cat/experimenta/uau-18-experiments-de-quimica/>).

Així mateix, l'Escola Universitària ERAM, a través del seu canal de televisió, té publicats els vídeos a través del portal Vimeo (<http://eramtv.cat/>).

ticipat amb tot el personal tècnic, càmeres, so, producció i edició, i també ha cedit espais, com el plató i l'espai obert on s'han realitzat les filmacions dels experiments.

La Fundació Catalana per a la Recerca, en el seu portal Recerca en Acció, ha col·laborat en la difusió dels vídeos del programa Kopernik en l'apartat «Experimenta» del web.

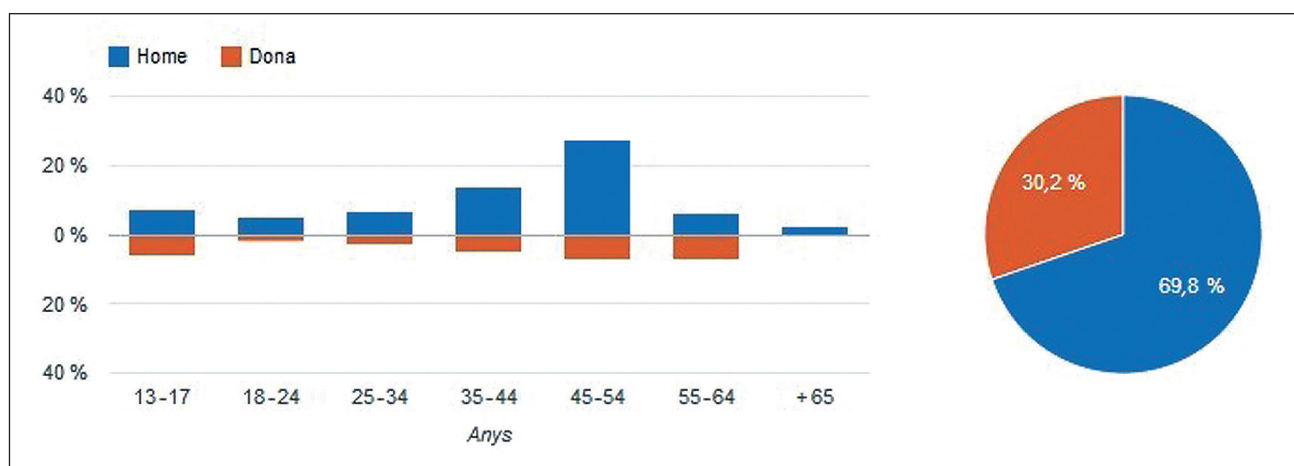


Figura 7. Gràfic de les franges d'edat i sexe que més han visualitzat el canal. Dades procedents de YouTube Analytics.

Els webs i els canals de vídeos

Els vídeos estan disponibles, des de la seva presentació, a la llista de reproducció «UAU!» del canal Reaccionaexplota de YouTube (<http://tinyurl.com/uauaixoesquimica>). Es pot accedir a la llista a través del web del pro-

Participants en el projecte

Aquest és un projecte de la càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la Universitat de Girona en col·laboració amb l'Escola Universitària ERAM, adscrita a la mateixa Universitat. L'escola hi ha par-

Altres entitats i empreses han cedit espais o materials per fer experiments. També particulars, persones individuals, de forma desinteressada, ens han permès filmar a casa seva algunes introduccions i, fins i tot, experiments.

El projecte ha estat finançat per la Fundació Espanyola para la Ciencia y la Tecnología (FECyT) i pel Ministeri d'Economia i Competitivitat.

Conclusions

El projecte presenta un total de divuit vídeos, que corresponen a la divisió del temari de batxillerat en setze temes, des dels estats de la matèria fins a l'estructura atòmica. La finalitat és que esdevinguin una eina per al professorat de batxillerat i que siguin útils per presentar cadascun dels temes. Els vídeos es troben disponibles a la xarxa, en les plataformes YouTube i Vimeo i són accessibles a través dels portals de Recerca en Acció, del projecte «Reacciona... explota!» i de l'ERAM. Segons les dades de seguiment de les diverses plataformes, els vídeos han estat visualitzats en vuit mil ocasions, la qual cosa suposa un gran èxit. Tenint en compte les mateixes fonts d'informació, la franja d'edat que més visualitza els vídeos és la compresa entre els quaranta-cinc i els cinquanta-cinc anys, per la qual cosa es pot suposar que es tracta de professors que mostren aquests vídeos a l'aula.

Referències

- AGUILAR MUÑOZ, M.; FERNÁNDEZ TAPIA, M.; DURÁN TORRES, C. (2011). «Experiencias curiosas para enseñar química en el aula». *Educación Química EduQ*, núm. 8, p. 23-34.
- DURAN, J.; VIETA, P. A. (2011). «“Reacciona... explota!” un taller per fomentar les vocacions científiques». *Educación Química EduQ*, núm. 10, p. 34-40.
- FINE, I. (1931). «Some spectacular experiments in chemistry». *J. Chem. Educ.*, vol. 8, núm. 5, p. 929-935.
- HIEGEL, G. A. (1980). «Crystallization of sodium acetate». *J. Chem. Educ.*, vol. 57, núm. 2, p. 152.
- JAHNKE, W.; WINFREE, A. T. (1991). «Recipes for Belousov-Zhabotinsky reagents». *J. Chem. Educ.*, vol. 68, núm. 4, p. 320-324.
- LISTER, T. (2002). *Experimentos de química clásica*. Madrid: Síntesis, p. 167-170.
- SHAKHASHIRI, B. Z. (1983). *Chemical demonstrations: A handbook for teachers of chemistry*. Vol. 1. Madison: University of Wisconsin Press, p. 81-82.
- (1992). *Chemical demonstrations: A handbook for teachers of chemistry*. Vol. 4. Madison: University of Wisconsin Press, p. 16-18.



Josep Duran

És professor titular de química a la Universitat de Girona i doctor en química per la mateixa Universitat. Ha treballat en diferents projectes de millora de la qualitat docent universitària i, des de l'any 2003, treballa en l'establiment de ponts amb secundària. La seva recerca se centra en el camp dels catalitzadors i en la comunicació científica. És responsable de diverses accions per al foment de les vocacions científiques dirigides a estudiants preuniversitaris.

A/e: josep.duran@udg.edu.



Pep Anton Vieta

És llicenciat en química per la Universitat de Girona (UdG) i màster en química mèdica i disseny molecular per la mateixa Universitat. Com a membre de la càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital de la UdG, realitza tasques de divulgació i comunicació de la ciència. Actualment també està desenvolupant una tesi doctoral a l'Institut de Química Computacional i Catàlisi de la UdG.

A/e: josepantoni.vieta@udg.edu.



Tania López

És llicenciada en química per la Universitat de Girona. Durant el darrer curs de la llicenciatura, ha col·laborat amb la càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital, on ha realitzat el treball de recerca. Ha fet divulgació de la química en diferents àmbits, com ara en presentacions a centres preuniversitaris o en el projecte «UAu, això és química!».

A/e: taniaalm67@gmail.com.



Terenci Corominas

És llicenciat en Contemporary Lens Media per la Universitat de Lincoln i graduat en realització audiovisual i multimèdia per l'Escola Universitària ERAM. Ha dirigit nombrosos projectes audiovisuals en totes les disciplines: videoclips, espots, curtsmetratges, videoart i documentals. Actualment, combina les tasques de direcció amb la docència a la universitat, on és professor de Realització audiovisual i Direcció audiovisual en el grau d'audiovisual i multimèdia.

A/e: suport04@eram.cat.