



ICIQ

Tenim bona química

Immersos en la lluita contra el canvi climàtic, la ciència química ha hagut de reformular-se per poder col·laborar de manera activa en aquesta empresa planetària. Des de l'Institut Català d'Investigació Química es fa recerca per aprendre a dominar la matèria a favor d'aquest objectiu. S'imaginen una fàbrica que pogués obtenir l'energia que necessita a partir d'aigua o dels seus propis residus? No estem gaire lluny d'aconseguir-ho.

Reportatge d'Àstrid Bierge



A la taula periòdica que tots vam estudiar a escola hi ha els blocs químics elementals que, com peces de Lego, es combinen per formar tota la matèria ordinària de l'univers. Els productes químics tenen mala fama, però el cert és que tot el que veiem al nostre voltant és un producte químic, inclosos nosaltres mateixos. Les primeres civilitzacions ja van utilitzar processos químics amb finalitats tecnològiques, com ara tractar els metalls i fabricar tints o objectes de ceràmica. Des de llavors hem avançat una barbaritat en el domini dels elements i, com en tota

disciplina científica, el domini de la química ha estat una arma de doble tall. Ha ocasionat prejudicis i beneficis segons com ha estat utilitzada. De fet, aquesta ciència està esdevenint una eina cabdal en el nou marc de lluita contra el canvi climàtic.

Aquesta setmana hem visitat l'Institut Català d'Investigació Química (ICIQ), ubicat a Tarragona, que és on es concentra el gran pol químic de Catalunya. La indústria química ha estat històricament un dels grans motors econòmics del país, i és encara el sector que més exporta. Com hem dit, però, la química ja no té el xec en blanc que tenia fins fa uns anys, com a mínim a la Unió Europea. Ans al contrari, la recerca actual vol fer de la química un dels agents que desvinculin el creixement del maltractament al medi ambient.

Reaccions

"Tècnicament, la química és l'estudi de la matèria, però jo prefereixo veure-la com l'estudi del canvi". Són paraules de Walter White, el protagonista de la cèlebre sèrie televisiva *Breaking Bad*. No debades, si bé a la taula periòdica queden definides les unitats mínimes d'un sistema químic, aquesta ciència es posa realment interessant en el moment en què aquests elements primaris es combinen per crear noves substàncies.

Ho fan mitjançant reaccions químiques, que passen arreu i tothora. Hi ha reaccions químiques dins de tots els éssers vius, al bell mig dels fenòmens naturals, als xips dels nostres dispositius electrònics, quan es formen els minerals, quan un ferro es rovella, quan fabriquem materials o quan cuinem els aliments. Però què passa realment en una reacció química? Què fa que un bistec canviï de color, textura i gust quan el posem a la planxa? I què fa que, en ingerir-lo, pugui acabar convertint-se en l'energia que necessiten les nostres cèl·lules per funcionar?

Per entendre-ho, cal tornar a explicitar una realitat que ja hem explicat altres cops en aquesta sèrie de reportatges. El tret que defineix un element de la taula periòdica i el distingeix dels altres és el nombre de protons que hi al nucli d'un àtom d'aquest element. L'anomenat nombre atòmic és l'ànima d'un element. Per exemple, un àtom que tingui setanta-nou protons sempre serà un àtom d'or, inde-

pendentment del nombre de neutrons que hi hagi al nucli o del nombre d'electrons que l'orbitin.

Perquè un àtom d'or deixi de ser-ho, doncs, cal que perdi o guanyi protons, i això passa a través dels processos de fissió i fusió nuclear, que no són reaccions químiques. Les reaccions químiques no tenen res a veure amb els nuclis dels àtoms, els protons i els neutrons no tenen ni idea de què està passant allà fora i surten intactes del procés. Són els electrons els qui entren en joc. Quan un bistec es transforma a la planxa, el que està passant és que els electrons estant saltant d'un àtom a l'altre. Per tant, es podria dir que una reacció química és una reorganització dels electrons dels àtoms implicats. Són els electrons els que estableixen els enllaços entre àtoms per formar molècules i són els canvis en la distribució dels electrons els que trenquen els enllaços i generen noves agrupacions, noves substàncies.

Més enllà de les classificacions científiques, una reacció química es pot donar de diferents maneres. El típic experiment en què es barregen dues substàncies i pateixen un canvi espontani -explosant, canviant de color o passant de líquid a sòlid, per exemple- són les reaccions més fàcils. En el sentit que no necessiten ajuda. Per exemple, els àcids i les bases reaccionen a temperatura ambiental sense la col·laboració de cap agent extern. En canvi, altres reaccions necessiten energia elèctrica o tèrmica per succeir. Per exemple, si ajuntes en un pot dos àtoms d'hidrogen i un d'oxigen no es combinen de manera automàtica per crear una molècula d'aigua. Perquè els electrons es moguin i hi hagi aquesta reacció, cal emprar energia, cal cremar l'hidrogen perquè reaccionin amb l'oxigen i es produeixi vapor d'aigua.

Encara hi ha una tercera manera de generar reaccions químiques: la catàlisi. Un catalitzador és una espècie química que, quan estableix contacte amb una altra substància, fa que aquesta transformi la seva estructura química. És a dir, afluïxa els enllaços que uneixen les molècules perquè els electrons puguin moure's i es produeixi una reacció. La reaccions catalítiques són les preferides de la biologia. Els catalitzadors dels éssers vius es diuen enzims, unes proteïnes que fan de mediadores de les reaccions químiques. L'obtenció d'energia a partir dels aliments que ingerim, el funcionament del sistema →

→ respiratori o la fotosíntesi, per exemple, són una suma de complexos processos catalítics.

Hi ha reaccions que no poden produir-se sense un catalitzador o que requeririen una quantitat enorme d'energia. La gràcia dels catalitzadors és que durant aquest procés ells no es transformen químicament i per tant es poden utilitzar una vegada i una altra. Ara bé, no tots són propicis per a totes les reaccions, no hi ha cap catalitzador *mestre*.

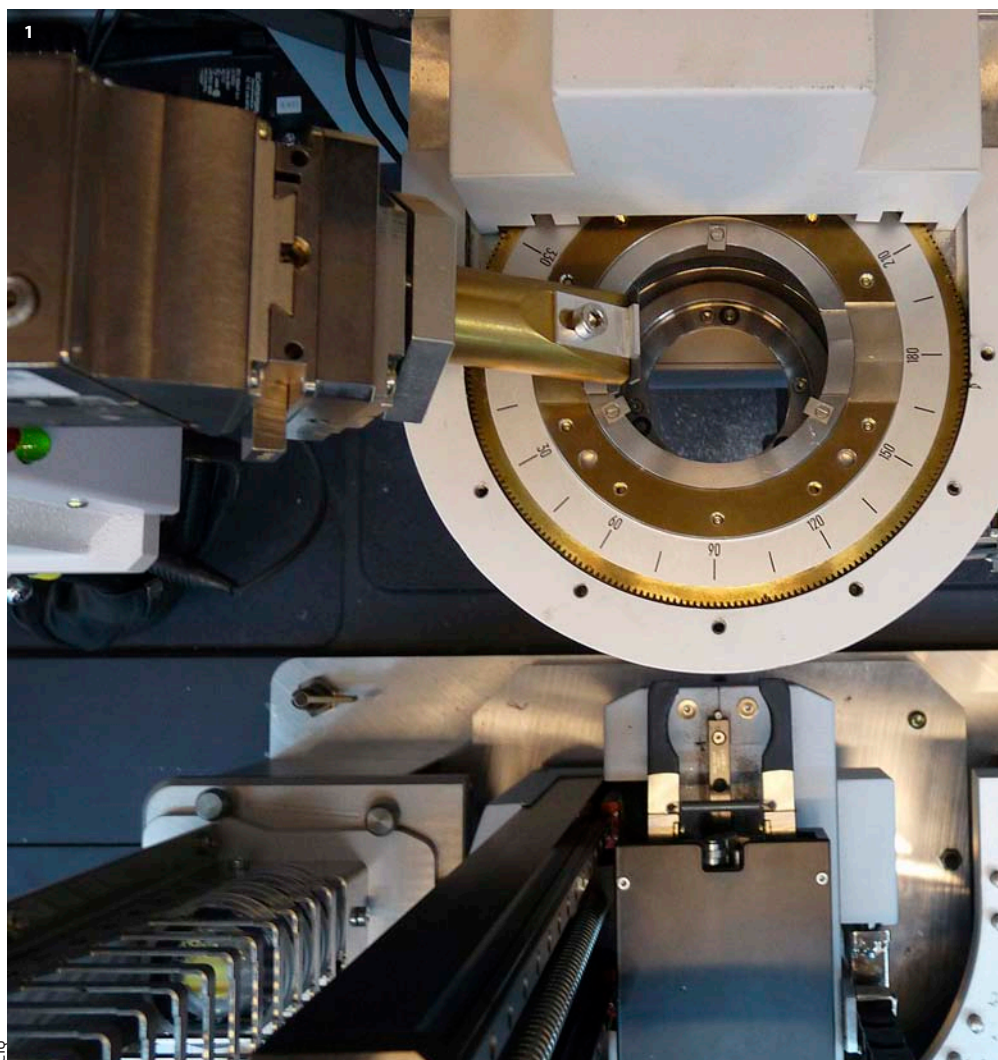
L'ICIQ és un centre especialitzat en la catalisi. Investiguen per trobar els catalitzadors més òptims per a cada una de les reaccions que volen aconseguir. L'objectiu és poder generar reaccions químiques en condicions amables. És a dir, de manera ràpida, amb el mínim cost energètic possible i generant el mínim de residus possibles.

El domini eficient de la catalisi pot tenir moltes aplicacions, fins i tot mèdiques. Un grup de recerca de l'ICIQ dirigit per Antonio M. Echavarren ha sintetitzat un antitumoral per al ronyó, l'englerina A, utilitzant un catalitzador d'or per millorar-ne el rendiment i accelerar la reacció del procés de síntesi.

El director d'aquest centre de recerca, Miquel Àngel Pericàs, ens explica que sovint hi ha síntesis útils que s'aconsegueixen una mica per casualitat: "La química és una ciència experimental, i per tant totes les regles predictives es basen en la informació que s'ha obtingut prèviament amb moltes dècades d'experiments".

Quan es proven reaccions noves i complexes, doncs, no es pot agafar paper i llapis i calcular quin producte en resultarà. Els àtoms sí que coneixen les regles, per això saben on han d'anar, però nosaltres no. Per veure què obtindràs si combines això amb allò altre utilitzant un catalitzador fet de tal cosa, si no s'ha fet abans, no hi ha altre camí per obtenir un resultat que fer-ho empíricament.

Aquí no s'acaba el repte. Cal saber quina és l'estructura molecular del producte que s'ha obtingut. Això no es pot saber mirant-ho pel microscopi. "Establir la connexió entre el món microscòpic i el món macroscòpic és el que ha costat més al llarg dels anys de desenvolupament de la química", apunta Pericàs. Actualment hi ha diverses tècniques perquè els investigadors puguin conèixer l'estructura molecular de les substàncies que sintetitzen, com ara la difracció per raigs X, que ser-



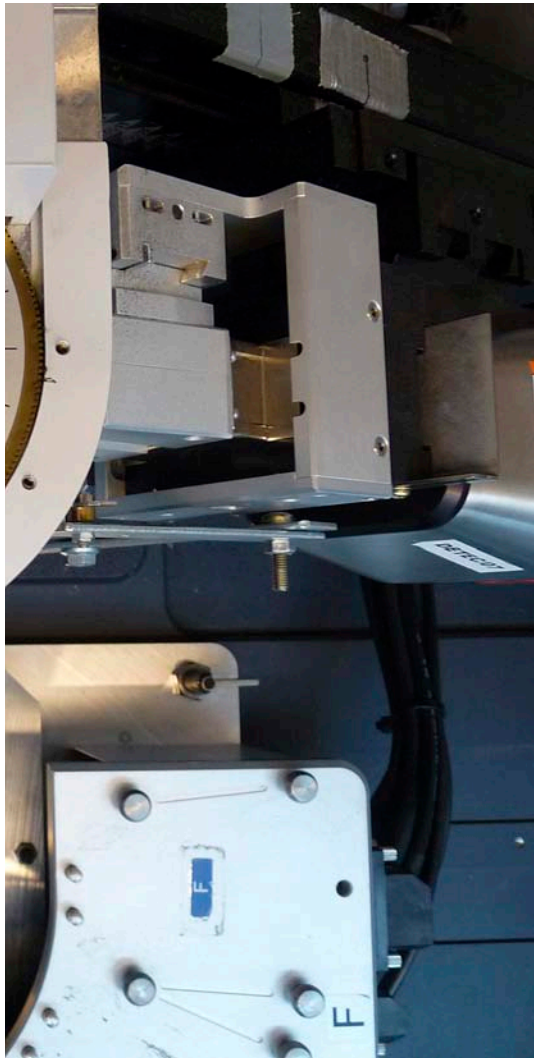
veix per analitzar cristalls. Bàsicament, es dispersen raigs X a través d'un cristall i, quan en surten, es capta amb un sensor la trajectòria que segueixen. D'aquesta manera s'obté un mapa de difracció amb una sèrie de punts. Segons l'angle en què han sortit els raigs després de passar pel cristall es pot deduir la disposició dels àtoms del cristall.

Un cop l'investigador sap com és el seu producte, pot introduir en un ordinador un dibuix esquemàtic que representi els enllaços de les molècules. Hi ha programes informàtics que entenen aquests dibuixos i busquen similituds en una base de dades. Ara sí, ja saps què tens.

Renovable en el sentit estricte

Un dels objectius principals de la recerca desenvolupada a l'ICIQ és l'obtenció d'energia neta. Treballen, per exemple,

en l'anomenada fotosíntesi artificial, que consisteix a descompondre l'aigua en hidrogen i oxigen utilitzant la llum del sol. L'hidrogen és un combustible net que pot arribar a ser una de les grans fonts d'energia del futur. Quan cremes un combustible que conté carboni a la seva estructura, no només allibera l'energia que busquem sinó també diòxid de carboni, que és l'arxienemic del medi ambient. Quan cremes hidrogen, en canvi, allibera energia i aigua. El problema és que hi ha poquíssim hidrogen pur a l'atmosfera i per tant cal extraure'l de compostos que en continuen, com ara l'aigua. Actualment aquesta separació es fa a través d'un mètode anomenat electròlisi, amb el qual es poden separar dos elements d'un compost aplicant-hi un corrent elèctric. Una electricitat que, naturalment, ha hagut de ser generada prèviament. Per això és tan im-



1. Amb aquest difractòmetre de raigs X els investigadors de l'ICIQ poden conèixer l'estructura molecular dels cristalls.
2. Dins d'aquest reactor hi ha un tub amb una substància catalitzadora que genera metanol a partir d'hidrogen i diòxid de carboni. Així, en un futur podríem convertir el diòxid de carboni que expulsen les fàbriques en combustible.

portant poder aconseguir aquesta reacció amb l'energia del sol, que ens arriba sense que hàgim de fer res.

Un investigador de l'ICIQ, José Ramon Galán-Mascarós, investiga per fabricar un dispositiu que faci aquesta feina. Ara empra el blau de Prússia, un pigment que està resultant tenir grans propietats catalitzadores. En entrar en contacte amb l'aigua i la llum solar, aquest catalitzador trenca els enllaços entre els àtoms d'oxigen i hidrogen. Per fer-ho també cal emprar un potencial elèctric, però gràcies a aquest catalitzador el voltatge pot ser més baix i per tant es pot estalviar molta energia.

L'hidrogen no sols té el potencial de ser utilitzat com a font directa d'energia. Si es combina amb diòxid de carboni es pot produir metanol, que també és un combustible. A l'ICIQ hi ha un grup de recerca liderat per Atsushi Urakawa que ha aconseguit la conversió gairebé total de diòxid de carboni i hidrogen en metanol. Al laboratori d'aquest grup no hi ha provetes i matrassos amb líquids de colo-

raines. El que hi ha són prototips a petita escala dels dispositius que en un futur podrien funcionar per generar aquesta reacció de manera continuada. Dins del reactor, que és una peça metàl·lica rectangular, hi ha un tub que conté la substància catalitzadora, que és una barreja de coure, òxid de zinc i triòxid d'alumini. Urakawa ens explica que fan passar pel tub el diòxid de carboni i l'hidrogen comprimits i que, en entrar en contacte amb el catalitzador, hi ha una reacció química que produeix el metanol. El residu que genera aquesta conversió és... aigua!

Aquest és un procés que s'està treballant en laboratoris d'arreu del món, però Pericàs ens assegura que la patent d'Urakawa és una de les més interessants. Per diversos motius. Un és que el procés permet treballar amb diòxid de carboni impur. Cal tenir en compte que de la xemeneia d'una fàbrica mai en surt diòxid de carboni pur i que ni tan sols ho és del tot si aquest gas es capta directament de l'atmosfera. Un altre avantatge respecte a mètodes anteriors, és que el catalitzador d'aquest investigador és tan eficaç que n'hi ha prou passant-hi un sol cop la barreja dels dos gasos per convertir pràcticament tot el diòxid de carboni en metanol. Amb molta prudència, Pericàs ens explica que mantenen converses amb una empresa nord-americana per engegar una iniciativa i poder acabar construint plantes productores de metanol.

Podem pensar que, en el futur, les indústries no deixaran escapar diòxid de carboni a l'atmosfera ja que serà captat per produir metanol, que podrà utilitzar-se com a font d'energia. La seva combustió alliberarà diòxid de carboni, sí, però com que podrà tornar a captar-se per fer més metanol, el procés serà un cercle tancat. Estem parlant d'una energia, literalment, renovable. Els elements per fer-ho, els ingredients de la matèria, són allà fora, a les estanteries de la natura. Només cal saber cuinar-los amb prou intel·ligència per poder obtenir les distribucions químiques netes i eficients que ens interessin. ●

