

Fem química al laboratori

Recull d'experiments



Joan Dosta Parras
Elisabet Fuguet Jordà
Pablo Gamallo Belmonte
Jaume R. Granell Sanvicente
Santiago Imperial Ródenas
Ernesto Nicolás Galindo
Elena Xuriguera Martín

3a edició



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Fem química al laboratori

Recull d'experiments

Joan Dosta Parras
Elisabet Fuguet Jordà
Pablo Gamallo Belmonte
Jaume R. Granell Sanvicente
Santiago Imperial Ródenas
Ernesto Nicolás Galindo
Elena Xuriguera Martín

ÍNDIX

Pròleg	7
L'activitat «Fem química al laboratori»	9
La química, per a què?	11
La Facultat de Química de la Universitat de Barcelona: un referent nacional i internacional	13
La seguretat i la salut al laboratori químic	21
Material de laboratori	25
Recull d'experiments	29
1. Fem reaccions a petita escala	31
2. Aigües dures, aigües blanques	34
3. Més clar que l'aigua	41
4. Treure una taca	51
5. El detectiu químic	59
6. El racó del fred	63
7. El racó del color	67
8. Caiguda lliure en un medi viscos	75
9. Destil·la que destil·laràs	81
10. Posa't les piles	89
11. Electrons en acció	101
12. Dels minerals als metalls	111
13. Identifiquem analgèsics	119
14. Il·luminem l'escena del crim	127
15. Colorants	135
16. Materials sintètics	141
17. La química de casa teva	149

PRÒLEG

Aquest llibre presenta diversos experiments de química pensats específicament per a l'alumnat de batxillerat i de primer curs de facultat.

Després d'una primera part en la qual es fa un breu esment de l'interès i la importància de la química en la vida quotidiana, es comenten els aspectes bàsics de la seguretat al laboratori, i també la gestió i el tractament dels residus que es generen en el decurs del treball experimental.

Feta aquesta introducció, el llibre presenta un conjunt d'experiments de laboratori pensats per a estudiants de primer any de facultat que igualment poden ser adequats per a estudiants de batxillerat de les modalitats de Tecnologia i de Ciències de la Naturalesa i de la Salut. Aquests experiments han estat concebuts d'acord amb els criteris següents:

- que els puguin realitzar els estudiants de manera autònoma,
- que es puguin realitzar en un temps relativament curt (uns 30 minuts),
- que tinguin una perillositat molt baixa,
- que, en la mesura del possible, permetin relacionar els productes químics emprats amb productes d'ús quotidià.

La nostra experiència personal realitzant aquestes pràctiques des del curs 2001-2002, amb un promig de 1.200 estudiants de primer i segon de batxillerat per any, ens ha demostrat que el nivell dels experiments proposats en el llibre és prou adequat i que són suficientment atractius per apropar els estudiants a la química experimental.

En aquest sentit, volem donar les gràcies al professorat de la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona i al professorat i a l'alumnat dels centres de batxillerat que han visitat la nostra Facultat per fer l'activitat *Fem química al laboratori*, atès que els seus comentaris i suggeriments ens han ajudat a millorar els continguts d'aquest llibre i a ampliar el nombre d'experiments proposats.

Els autors

L'ACTIVITAT «FEM QUÍMICA AL LABORATORI»

L'activitat «Fem química al laboratori» va néixer el gener del 2001 a partir d'una iniciativa de Gemma Fonrodona i Jaume Granell. Aquests professors, juntament amb Montse Corbella, Carme González, Ernesto Nicolás i Francesc Centellas, amb el suport del Deganat de la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona, van dissenyar aquesta activitat amb la finalitat d'oferir als centres de secundària de Barcelona i del seu àmbit metropolità la possibilitat que els estudiants de batxillerat poguessin visitar i conèixer la Facultat, viure una jornada en l'ambient universitari i, també, realitzar unes quantes pràctiques de química, tot aprofitant els recursos del centre.

Al llarg dels anys «Fem química al laboratori» ha esdevingut una fecunda realitat, gràcies a la il·lusió dels més de trenta professors que ara porten a terme aquest taller. En l'actualitat ja són més de 1.100 els alumnes de batxillerat que ens visiten cada any, i els principals mitjans de comunicació del país se n'han fet ressò. D'altra banda, diverses universitats catalanes i de la resta de l'Estat han començat a organitzar activitats semblants.

Amb el taller «Fem química al laboratori» d'enguany, els estudiants de batxillerat tenen al seu abast aquest llibre que inclou totes les pràctiques de laboratori que hem fet en el decurs d'aquests anys.

Els estudiants de batxillerat que ens visiten, en una sessió d'unes quatre hores i amb l'ajut del professorat de la Facultat, realitzaran quatre pràctiques de laboratori i se'ls introduirà en les normes de seguretat i en la gestió i el tractament correctes dels residus generats.

Ens agradaria que tots els que vingueu a passar una jornada amb nosaltres marxeu pensant que «Fem química al laboratori» us ha semblat una activitat profitosa i interessant, i que ens indiqueu les mancances que hi trobeu i també els vostres suggeriments per poder millorar en els propers anys. Finalment, voldríem que us emportéssiu a casa una idea de la química molt més ajustada a la realitat de la que, sovint, es presenta en alguns mitjans de comunicació.

LA QUÍMICA, PER A QUÈ?

La química és la ciència que tracta de la composició, les propietats i les reaccions de les substàncies, estudia la matèria i els canvis que pot experimentar. Certament, la química existeix des de molt abans que l'ésser humà es decidís a anomenar-la d'aquesta manera. Si mirem al nostre voltant, en qualsevol moment o situació, hi trobarem la química.

La química i la vida: tots els éssers vius són laboratoris de química que transformen les molècules del seu entorn o d'altres organismes en les seves pròpies espècies químiques. Hi ha la falsa idea que un producte químic és oposat a un producte natural, però les molècules són les mateixes, independentment del seu origen. De fet, no hi ha substàncies tòxiques, el que hi ha són dosis tòxiques o usos inadequats.

La química ens cura: la química permet millorar els medicaments. Tots tenim medicaments a casa, molts dels quals sintètics (és a dir que no existeixen a la naturalesa), i si en fem un ús responsable milloren considerablement la nostra salut. D'altra banda, els productes de neteja permeten eliminar de manera segura i eficaç els gèrms i organismes patògens, i així s'eviten malalties infeccioses.

La química ens alimenta: la utilització d'adobs sintètics, de productes fitosanitaris (insecticides, fungicides, etc.) i de les noves tècniques de l'agricultura han permès una millora espectacular de l'aprofitament de la superfície conreada. La química també permet conservar els aliments i mantenir-ne les propietats nutricionals.

La química ens vesteix: la química permet dissenyar i fabricar materials amb propietats noves i sorprenents. El cotó, la seda i la llana són polímers naturals, mentre que el niló, el polièster i el neoprè són polímers que han estat creats artificialment.

La química dona color a la nostra vida: en l'antiguitat només els més rics portaven roba de colors; l'indi i la porpra de Tir eren els colorants més freqüents. Actualment, els químics han sintetitzat nombrosos colorants que donen color a la roba que portem.

La química ens permet comunicar-nos: no podríem escriure sense la intervenció de la química. Els suports (pedra, paper, pergamí, paper, pantalla de cristall líquid) són materials químics, i també els estris que fem servir per escriure. Els pintors, al llarg del temps, van utilitzar la química per preparar els pigments que utilitzaven en les seves creacions.

La química ajuda a l'arquitectura: els materials utilitzats en la construcció han de ser estudiats perquè tinguin un bon aspecte, puguin suportar pes, l'efecte de terratrèmols, etc. Els químics estudien aquests materials i n'obtenen de nous. En són exemples la ceràmica, els maons, la calç, les teules, els metalls de les estructures, els balcons i les reixes, el vidre de les finestres, l'alumini dels marcs, el parquet dels terres, etc.

La química ens dona energia: la química permet dissenyar processos i catalitzadors que donin lloc a fonts d'energia més sostenibles que les que utilitzem actualment, així com dissenyar nous materials per aprofitar millor les fonts d'energia renovables. La química busca combustibles nous com l'alcohol o l'hidrogen i obtenir fonts portàtils d'energia (piles i bateries) amb millors rendiments i més fàcilment reciclables.

La química millora el medi ambient: moltes de les malalties dels habitants del Tercer Món es transmeten a través de l'aigua contaminada. La química fa possible la potabilització de l'aigua i la fa útil per a la vida. A més, permet el tractament adequat dels residus que produïm per minimitzar-ne l'impacte en el medi ambient.

La química ens proporciona nous materials: plàstics, superconductors, semiconductors, LED, i té aplicacions en moltes indústries com la construcció, la de l'alimentació, la farmacèutica, la cosmètica, la tèxtil, la dels colorants, la de l'automòbil, la metallúrgica, la del material esportiu, etc.

Finalment, la química té molt a dir en qualsevol de les àrees capdavanteres de la ciència.

LA FACULTAT DE QUÍMICA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA: UN REFERENT NACIONAL I INTERNACIONAL

La Facultat de Química de la Universitat de Barcelona (FQ-UB) és el centre universitari més ben valorat de tot l'Estat pel que fa a la docència i la recerca en química i els seus àmbits afins (vegeu les dades del rànquing QS de l'any 2021 al quadre de sota). Ofereix la possibilitat de cursar 3 graus, 1 doble grau, 11 màsters oficials, i obtenir el doctorat en diferents àmbits. A més del seu lideratge en formació universitària, la FQ-UB té una sòlida tradició en recerca, innovació i transferència de coneixement amb empreses dels sectors públic i privat. A més, promou activitats en què participen els seus estudiants.



POSICIÓ DE LA FACULTAT
EN DIVERSOS ÀMBITS
SEGONS EL RÀNQUING QS (2021)

	Món	Europa	Espanya
Química	106	28	1
Enginyeria Química	185	34	4
Ciència de Materials	184	44	2

Serveis i instal·lacions

La FQ-UB acull al voltant de 2.000 estudiants que cursen estudis de grau, màster o doctorat. Les aules docents i informàtiques (prop de 25) estan completament equipades per a la docència presencial i virtual. A més, els seus 14 laboratoris docents permeten que pràcticament 500 estudiants puguin fer simultàniament assignatures pràctiques de laboratori en espais adaptats a l'assignatura que s'hi imparteix.



El CRAI-Biblioteca, compartit amb la Facultat de Física, ofereix dues grans sales de lectura amb més de 350 seients i una impressionant col·lecció de revistes i bases de dades especialitzades, en format paper o d'accés electrònic. A més a més, l'estudiantat de la FQ-UB té accés a sales d'estudi, un menjador, una cafeteria restaurant i un servei de reprografia amb llibreria i papereria al mateix edifici.



L'orientació a l'estudiant

Volem que el nostre estudiantat se senti acompanyat al llarg de la seva vida universitària, fins i tot abans d'entrar a la Facultat. Per això desenvolupem diferents accions per donar-nos a conèixer en l'àmbit preuniversitari, com aquest mateix «Fem química al laboratori» en el qual participeu. El suport a l'estudiant en els estudis de grau i màster es duu a terme a través d'un pla tutorial. Cada estudiant té assignat un professor o una professora de l'ensenyament amb qui fa reunions periòdiques amb l'objectiu de ser aconsellat respecte a qüestions relacionades amb el seguiment dels estudis. En algun grau també participen mentors en el programa de tutoria, que són estudiants del mateix grau que donen consells i una orientació pràctica molt valuosa, especialment al llarg del primer any. També tenim un programa de tutoria d'inclusió per als estudiants que poden necessitar un acompanyament específic al llarg dels seus estudis.

La FQ-UB organitza activitats per proporcionar recursos a l'estudiant en la seva futura inserció laboral. Gestionem prop de 500 projectes anuals de pràctiques en empreses, i també oferim diferents activitats de contacte amb el món laboral, com ara l'Speed Networking o la Fira d'Empreses. D'altra banda, facilitem la mobilitat per incentivar experiències acadèmiques en altres universitats, fins i tot a l'estranger, en el context de programes de mobilitat nacionals i internacionals, com ara els programes SICUE o Erasmus.



boreal, com ara l'Speed Networking o la Fira d'Empreses. D'altra banda, facilitem la mobilitat per incentivar experiències acadèmiques en altres universitats, fins i tot a l'estranger, en el context de programes de mobilitat nacionals i internacionals, com ara els programes SICUE o Erasmus.

Els estudis de grau

L'oferta formativa de graus de la FQ-UB inclou tres titulacions oficials i la possibilitat de cursar un doble grau.

Grau en Química

La química té com a objectiu l'estudi de la composició, l'estructura i les propietats de les substàncies, i també les seves transformacions. El paper de la química en el món actual és fonamental, atès que es tracta d'una de les branques del coneixement que contribueix més a la qualitat i la sostenibilitat de la vida en la nostra societat.

El grau en Química que s'imparteix a la nostra Facultat s'estructura en 4 cursos de 60 crèdits (ECTS). Es tracta d'un grau que ha obtingut el segell d'acreditació vers l'excel·lència d'AQU Catalunya i que en els darrers anys és sistemàticament reconegut en rànquings com el millor grau de Química de l'Estat. Cal destacar l'elevada ex-

perimentalitat del grau, la possibilitat de fer el treball final de grau en un grup de recerca i l'oportunitat de cursar les assignatures pràctiques de laboratori en anglès. En aquesta titulació formem graduats que integren coneixements científics que, amb una formació multidisciplinària, permeten desenvolupar les actituds i habilitats pràctiques que necessita un professional de la química. El sector químic ofereix múltiples possibilitats d'inserció laboral en camps com ara:

- La síntesi de substàncies i nous materials.
- L'anàlisi de substàncies i materials per determinar-ne la composició, l'estructura i les propietats.
- La creació de nous productes i processos per tractar residus, eliminar contaminants i protegir el medi ambient.
- La direcció, l'execució i l'avaluació d'activitats d'R+D+I en laboratoris d'anàlisi i síntesi.
- L'assessorament i el control de les condicions de seguretat dels equipaments científics.
- Els arbitratges i peritatges en l'àmbit de la química.
- El control i l'elaboració de normes i especificacions sobre la qualitat de substàncies.
- La participació en el disseny d'instal·lacions on es portin a terme processos químics.



Grau en Enginyeria Química

La indústria química és una indústria madura, fortament arrelada a la societat catalana i espanyola, que aporta fins al 15% del PIB de l'Estat i contribueix al benestar de la societat.

En aquest grau proporcionem una formació generalista amb uns bons fonaments en ciències bàsiques, matèries clàssiques (fluids, transmissió de calor, control de pro-

cessos, etc.) i matèries específiques de l'enginyeria química (com els reactors químics o les operacions de separació). Capacita per conèixer el disseny de processos que són útils per a la indústria química, la seguretat, la sostenibilitat i per minimitzar l'impacte ambiental. Aquest ensenyament, que ha obtingut el segell d'acreditació de l'excel·lència d'AQU Catalunya, s'estructura en un itinerari de 240 ECTS que s'han de cursar en 4 anys i on podreu alternar assignatures teòriques, assignatures pràctiques de laboratori i de modelització. Els nostres graduats troben ocupació en sectors com ara:

- L'estudi, la viabilitat, el projecte, la direcció, la construcció, la instal·lació i l'operació d'indústries en sectors químics com la indústria petroquímica, la farmacèutica, l'alimentària, l'agroquímica, la cosmètica, etc.
- L'assessorament en la planificació, l'organització, el control, l'automatització i l'optimització i la reducció de l'impacte ambiental dels processos industrials.
- L'assessorament relacionat amb la viabilitat de l'aprofitament dels recursos naturals i les matèries primeres per a la transformació i l'elaboració de nous productes.
- L'assessorament legal, els peritatges i les taxacions.

Grau en Enginyeria de Materials

Els materials, juntament amb l'energia i la informació, són actualment els motors del desenvolupament socioeconòmic. Del sector industrial espanyol, prop d'un 60% de la indústria transformadora metal·lúrgica, un 30% de la indústria de la ceràmica i un 50% de la indústria de plàstics i fibres sintètiques es troben a Catalunya. Aquest teixit industrial requereix professionals formats en aquesta àrea tan interdisciplinària, capaços de resoldre els problemes que es presenten en camps tan diversos com els dels materials estructurals, els materials plàstics, els materials funcionals, els biomaterials o els nanomaterials. El pla d'estudis d'aquest grau inclou un total de 240 ECTS estructurats en 4 cursos en què formem enginyers i professionals de la ciència i la tecnologia de materials amb una base científica sòlida i una preparació tècnica multidisciplinària, amb coneixement de les estructures, les propietats, el processament i les aplicacions de tot tipus de materials. Aquest grau capacita per adaptar-se a entorns professionals d'R+D+I i dona una preparació excel·lent per integrar-se en sectors estratègics industrials com ara:

- La producció de materials en escenaris d'R+D+I.
- El control de materials: caracterització, control i durabilitat dels materials, incloent-hi el disseny, la seguretat estructural, l'anàlisi de fallades i la predicció de la vida en servei.

- Les oficines tècniques i de disseny, en indústries i fàbriques, tant en els departaments de producció com en els d'R+D+I.
- La gestió de la producció i de la cura del medi ambient, i de l'ús sostenible dels materials.



Doble grau en Administració i Direcció d'Empreses i Química

El sector químic requereix un nou perfil de professional de la química, competent en la gestió d'equips i amb coneixements socioeconòmics que el capacitin per liderar i gestionar reptes empresarials dins l'àmbit químic. Aquest doble itinerari, que des del curs 2019-2020 ofereix la possibilitat de cursar els dos graus superant 420 crèdits (ECTS), és únic en el sistema universitari públic català i proporciona una preparació excel·lent que combina els coneixements tècnics de la química amb la gestió i administració d'empreses. Els nostres titulats tenen accés a un mercat laboral ampli, que inclou totes les sortides professionals dels graduats en Química i en Administració i Direcció d'Empreses. Fruit de la complementarietat del doble itinerari, els titulats estan preparats particularment per accedir a àmbits com ara:

- La gestió de laboratoris químics.
- L'administració d'empreses en el sector químic.
- L'emprenedoria en el camp de la química.
- La gestió dels recursos humans en el sector químic.
- La consultoria i l'avaluació de projectes.

Màsters i doctorat

A més de l'oferta formativa de grau, la FQ-UB ofereix la possibilitat de fer formació especialitzada a través dels estudis de màster i de doctorat. L'excel·lent tasca investigadora desenvolupada pel personal docent i investigador de la Facultat situa les nostres titulacions oficials de postgrau entre les més ben valorades. Més del 60% dels nostres estudiants que finalitzen el grau trien fer un màster a la nostra Facultat. La nostra oferta de titulacions de màster permet especialitzar-se i aprofundir en àrees de coneixement pròpies de la química, també oferim titulacions amb una visió marcadament multidisciplinària.

D'altra banda, a la FQ-UB fan el doctorat més de 150 estudiants i cada any es defensen unes 30 tesis doctorals, que es poden fer sota la supervisió del professorat de la FQ-UB, que coordina i/o participa en 9 programes doctorat en contextos multidisciplinaris.

La qualitat i la productivitat de les tesis doctorals és un element clau en l'àmplia activitat de recerca de la FQ-UB, que permet publicar anualment més de 400 articles científics i elaborar més de 400 presentacions en congressos en el marc de més de 100 projectes de recerca nacionals i internacionals.



LA SEGURETAT I LA SALUT AL LABORATORI QUÍMIC

Tota activitat laboral humana té associats uns riscos per a la seguretat, la salut i el benestar tant de les persones que les fan com també de les persones que hi comparteixen espais i instal·lacions, i, en els casos més extrems, de les externes fins i tot a l'organització en la qual s'està treballant. Tampoc es poden deixar



Unitat de Qualitat, Medi Ambient i Seguretat de la Facultat de Química.

de banda els riscos per al medi ambient, cada vegada més presents en la consciència col·lectiva a causa de la magnitud cada cop més global que tenen. Així mateix, treballar en un laboratori químic, tant si és per a la docència com si és per a la recerca, comporta un risc addicional, que pot ésser augmentat per la manca de coneixements sobre els riscos i les mesures que cal aplicar per prevenir els possibles accidents, però sobretot per la presència de tots els riscos associats a les substàncies, els equips i els procediments amb què es treballa al laboratori i que no es troben presents, per exemple, en una oficina. Així doncs, per tal d'evitar accidents és necessari que l'estudiant conegui correctament els factors de risc de totes les tasques en què treballa i quin ha de ser el seu comportament, per aplicar les mesures preventives correctes en cada cas i protegir-lo tant a ell mateix com als companys i altres usuaris. Així, cal que conegui també com ha d'actuar en cas que es produeixi un incident o un accident.

La Facultat de Química de la Universitat de Barcelona treballa de manera seriosa i decidida, des de fa temps, en la implantació de protocols d'actuació i de mesures de seguretat perquè la feina de laboratori sigui saludable en tots els sentits i àmbits. L'any 1996 es va crear el Comitè de la Qualitat dels Laboratoris de Pràctiques (CQ) amb aquesta finalitat, i va treballar de manera pionera en la implantació d'un sistema que havia d'incloure els elements de qualitat, medi ambient i seguretat necessaris en un laboratori docent.