

Operacions bàsiques al laboratori químic en xarxa. Una nova eina per a estudiants i professors

Inmaculada Angurell, Amparo Caubet i Miquel Seco

Universitat de Barcelona. Departament de Química Inorgànica

Núria Casamitjana, Immaculada Dinarès, Núria Llor, Diego Muñoz-Torrero, M. Lluïsa Pérez-García, M. Dolors Pujol i Glòria Rosell

Universitat de Barcelona. Departament de Farmacologia i Química Terapèutica

Ernesto Nicolás i Dolors Velasco

Universitat de Barcelona. Departament de Química Orgànica

Un conjunt de professors de les facultats de Química i Farmàcia de la Universitat de Barcelona hem elaborat un material docent en suport electrònic, d'accés lliure a la xarxa, que descriu el procediment pràctic de diverses operacions bàsiques de treball al laboratori químic. L'objectiu principal és crear un material docent que serveixi de suport a l'aprenentatge dels estudiants i a la tasca docent del professorat involucrat en l'ensenyament del treball pràctic en l'etapa d'inici dels estudis universitaris.

A group of lecturers from the Chemistry and Pharmacy faculties at the University of Barcelona has prepared an electronically supported teaching material, of free access on-line, which shows the procedure for several basic chemical laboratory techniques. The main goal of the project was to offer an electronic aid for the student's learning as well as for the lecturers involved in the teaching process, both at the high school and the graduate levels.

Context

El procés de reforma dels plans d'estudis dels ensenyaments universitaris que va tenir lloc l'any 1992 va suposar un pas endavant per assolir un canvi metodològic rellevant amb l'objectiu d'oferir una docència de qualitat. En concret, la docència pràctica va augmentar el seu protagonisme en diversos ensenyaments, alhora que va adquirir una nova dimensió qualitativa i quantitativa. Una de les maneres en què això es va manifestar va ser el fet que l'aprenentatge pràctic al laboratori, fins llavors en forma de pràctiques en els laboratoris associades a cadascuna de les assignatures que configuraven el pla d'estudis, va convertir-se en assignatures independents i dotades d'una entitat pròpia.

Així, doncs, a diferència del plantejament dels anteriors plans d'estudis en els quals cada assignatura tenia una part de les classes pràctiques al laboratori, aquest nou plantejament pretenia donar coherència als aprenentatges assolits en diferents assignatures de la mateixa matèria, alhora que posar en comú en el laboratori les metodologies i les tècniques estudiades a les classes teòriques. A més a més, en tractar-se d'assignatures independents, amb el seu propi procés d'avaluació, permetia destacar la importància del treball dels alumnes al laboratori, la qual cosa anteriorment quedava relegada a un segon pla enfront de l'aprenentatge teòric.

Aquesta nova situació no només va conduir a la revisió de la metodologia docent utilitzada fins al moment i a l'adaptació a la nova casuística, sinó que també va generar la necessitat de considerar i de plantejar noves maneres d'impartició de la matèria, i també d'avaluació de la feina realitzada pels estudiants. Per tal d'assolir aquests objectius, es van confeccionar diferents materials. En la majoria dels casos, per al desenvolupament de l'assignatura s'elaboraren manuals de laboratori específics, que incloïen totes les sessions pràctiques que es podien fer, així com les normes de seguretat, normes per al tractament dels residus o comentaris que poguessin ser d'interès per als alumnes. Alguns manuals recollien també qüestions que feien referència a l'avaluació dels resultats obtinguts a la pràctica i exercicis d'autoavaluació. Inicialment, aquests materials docents es van elaborar en format tradicional (paper), tot i que posteriorment aquest material es va traslladar progressivament a format electrònic amb accés via web. En aquest punt cal remarcar que la utilització de les noves tecnologies obre un ventall de possibilitats per a la creació de materials docents de qualitat alhora que en facilita la difusió.

La bona acollida per part de professors i estudiants que varen tenir les assignatures pràctiques va anar acompanyada de la constatació de l'impacte positiu que exerciren en el bon rendiment de l'aprenentatge. Per tot això, les posteriors reformes dels plans d'estudis al començament dels anys 2000 van suposar una consolidació d'aquest canvi metodològic. L'objectiu

principal era aconseguir que l'alumne adquirís les competències necessàries, destreses, aptituds i actituds, coneixement del material, de les metodologies i de les tècniques bàsiques més emprades en un laboratori químic que el capacitessin per a treballar-hi i per incorporar-se al món laboral. L'avaluació de l'alumne fou, fonamentalment, un procés continu al llarg de la seva estada en el laboratori. Es valorà especialment l'actitud de l'alumne al laboratori, així com les competències i les destreses adquirides i la qualitat del seu treball experimental.

Actualment, ens trobem immersos en una altra reforma dels estudis universitaris, en aquest cas com a conseqüència del procés de convergència a l'Espai Europeu d'Educació Superior (EEES). Malgrat la dificultat intrínseca que comporta l'adaptació, és cert que ens trobem davant l'oportunitat d'adequació dels nostres ensenyaments si prenem en consideració el marc sociocultural present, ja implícit en l'esperit de la reforma. En aquest context, la metodologia aplicada a les assignatures pràctiques permet el fet d'assolir competències específiques relacionades amb la capacitat de treballar en un laboratori químic, alhora que permet l'adquisició de competències transversals com són el treball en equip o l'organització del treball, entre d'altres. Especialment destacable seria l'aprenentatge del treball autònom. Aquesta metodologia s'adapta totalment als plantejaments d'ensenyament-aprenentatge propis de l'EEES, en els quals es potencia l'aprenentatge actiu i autònom dels estudiants per tal d'assolir els objectius desitjats. D'altra banda, no podem oblidar el mateix dinamisme de la tècnica aplicada a la química, que requereix d'un plantejament metodològic flexible per tal que el seu contingut pugui acoblar-se a les necessitats que vagin sorgint en el futur.

En aquest context, es plantegen reptes metodològics: estudiants i professors necessiten disposar d'un conjunt de materials docents que els permetin desenvolupar el treball autònom, que estiguin dotats de flexibilitat en el seu format i que suposin una eina de suport docent per al professorat dins i fora del laboratori. Aquests aspectes configuren la motivació que va impulsar l'inici del projecte que us presentem.

Gestació del projecte

Com a resposta als reptes esmentats, aquest últim any i mig un grup de professors de les facultats de Farmàcia i de Química de la Universitat de Barcelona (UB) hem estat desenvolupant

un projecte d'innovació docent amb el títol *Operacions bàsiques al laboratori químic*, la realització del qual ha comptat amb el suport d'un ajut concedit pel CRAI (Centre de Recursos per a l'Aprenentatge i la Investigació) de la UB i que es va materialitzar en l'elaboració d'un material docent en suport electrònic.

Inicialment, el projecte presentava dos objectius primordials: d'una banda, el fet de donar a conèixer als alumnes, des d'un punt de vista visual, quines són les operacions bàsiques que es porten a terme en un laboratori químic, i en segon lloc, el fet d'aspirar a ser una eina de suport per al professorat per tal que sigui un ajut real en la tasca descriptiva d'aquestes operacions.

Es tracta, doncs, d'una eina dirigida tant a estudiants com a professors. Entre les diferents aproximacions al projecte, es va considerar que l'elecció d'una temàtica de caire bàsic i generalista era la millor —descriure diferents operacions de treball al laboratori químic—, atès que la seva utilitat podia transcendir el món universitari de manera que podria ser emprada per adquirir coneixements generals sobre aquestes tècniques també en l'etapa de l'ensenyament preuniversitari. El nivell que s'ha adoptat és el que considerem necessari per a alumnes de nou ingrés a la facultat, però considerem que l'eina és prou flexible per ser utilitzada en diferents estadis d'aprenentatge d'acord amb diferents nivells de coneixement.

Descripció del material elaborat

El material docent està dividit en dotze capítols, indexats a la taula 1, i en cadascun d'ells es mostren les diferents possibilitats d'acció que presenta cada operació bàsica en funció dels objectius que es pretenen aconseguir. Les principals operacions bàsiques de laboratori que queden cobertes es recullen a la taula 2 i constitueixen els nuclis bàsics d'aprenentatge del treball al laboratori químic. Val a dir que no hi ha cap pràctica desenvolupada i que només es parla d'operacions de laboratori. No obstant això, a partir d'elles es poden desenvolupar sessions específiques de treball al laboratori que poden utilitzar el nostre material com a suport descriptiu de la tècnica en la qual aquestes pràctiques es fonamenten.

Després d'una breu introducció, en el segon capítol es descriuen en diversos apartats el *com*, el *quan* i el *què* del treball en

TAULA 1. Capítols i tècniques incloses en el material docent

 1. Introducció	 2. Metodologia al laboratori	 3. Material i muntatges	 4. Pesada
 5. Punt de fusió	 6. Filtració	 7. Precipitació i cristallització	 8. Evaporació i dessecació
 9. Extracció	 10. Destil·lació	 11. Centrifugació	 12. Cromatografia

el laboratori, amb la intenció d'establir una metodologia sistemàtica de treball des del començament. Es fan comentaris en relació amb aspectes generals del treball al laboratori: des de com cal vestir correctament, com cal netejar el material i l'utilatge o quines normes de seguretat s'han de seguir fins a com cal confeccionar un diari de laboratori. Pensem que l'adquisició per part de l'alumnat de bons hàbits de treball és molt important per a l'adquisició d'una base sòlida que permeti el fet de desenvolupar correctament les experiències pràctiques que se li exigiran en cursos superiors i en nivells d'experimentació d'una major complexitat.

A partir del tercer capítol, en cada apartat hi ha exposats els fonaments de la tècnica que es descriu. Les tècniques descrites han estat seleccionades atès el seu caràcter fonamental i el seu ús habitual al laboratori químic. El tractament adoptat segueix l'esquema següent: en primer lloc, a tall d'introducció, es fa una breu notació del fonament teòric de la tècnica, tot i que no constitueix l'objectiu fonamental del treball. A continuació, l'eix principal conductor es basa en la descripció del procediment pràctic de desenvolupament de la tècnica; aquest constitueix l'apartat de major extensió i es complementa amb apartats relacionats amb el material i amb l'uti-

TAULA 2. Operacions bàsiques de laboratori tractades en el projecte

Centrifugació	Dilució	Utilització del material volumètric
Concentració de dissolucions	Evaporació fins a la sequedat	Utilització d'un reflux
Cristallització	Extracció	Utilització del bec Bunsen
Cromatografia de columna	Filtració amb filtre de plecs	Punt de fusió
Cromatografia de capa fina	Filtració amb buit	Recristallització
Decantació	Pesada	Utilització del rotoevaporador
Dessecació	Precipitació	
Destil·lació	Preparació de dissolucions	

llatge, així com el muntatge necessari, il·lustrat amb diferents material gràfics (vegeu-ho més endavant). També s'inclouen apartats complementaris en relació amb les diferents aplicacions de la tècnica o alguns comentaris amb informació addicional, per exemple, de tècniques relacionades. Cal esmentar que s'ha intentat fer esment dels riscos associats a cada acció i les normes de seguretat a prendre, així com del protocol de tractament dels residus generats.

El nivell que s'ha adoptat és el que es considera necessari per a alumnes de nou ingrés al grau universitari o de l'últim curs del batxillerat. El text ha estat redactat de manera que sigui concís i directe. En els diferents capítols, s'han introduït fotografies per tal d'exemplificar accions o mostrar objectes i estris. També, quan s'ha cregut convenient, s'ha gravat algun vídeo que descriu el procediment pràctic. En total, s'inclouen vuit vídeos, tots ells de molt curta durada, d'un a tres minuts, de manera que el seu visionat sigui molt àgil.

Cada vídeo presenta so, de manera que l'alumne pot seguir la justificació de les accions observades mentre en fa el visionat. A banda de la versió original en català, s'ha fet una versió en castellà.

Creiem que el material desenvolupat pot ser molt interessant per a tota la comunitat educativa involucrada en l'aprenentatge pràctic del treball al laboratori químic, i és per això que la nostra idea és que sigui un material d'utilització lliure dins dels termes habituals de registre d'autor de material electrònic. L'accés és lliure i només cal que qui l'utilitzi faci esment de l'autoria. En l'actualitat, el material està disponible a la xarxa a l'adreça <http://www.ub.edu/oblq/>.

Els autors del material presentat i d'aquesta ressenya, recentment, hem estat constituïts com a grup d'innovació docent de la UB —GIDOLQUIM (Grup d'Innovació Docent en l'Operativa de Laboratoris de Química de la UB), codi 2009GID-UB/13.