



NPQ

Núm. 509
Tercer trimestre 2025
Tercera època - Any XLVIII
Col·legi de Químics de Catalunya
Associació de Químics de Catalunya

NOTÍCIES PER A QUÍMICS

Aquesta PROposta és per a tu, de
PROfessional a PROfessional.

T'abonem la quota de col·legiat fins a un màxim de 100 euros

Si ets membre del **Col·legi de Químics de Catalunya**
t'abonem la teva quota de col·legiat o associat, amb
un màxim de 100 euros per compte.

La bonificació es fa un únic any per a quotes domiciliades
durant els 12 primers mesos (es considera com a primer mes
el de l'obertura del compte). El pagament es fa en el compte el
mes següent als 12 primers mesos. L'incentiu estarà subjecte
a la retenció fiscal vigent.

Aquesta oferta és vàlida fins al 31/12/2025 per a clients
nous a partir de l'01/01/2025 amb quotes domiciliades en un
compte de la gamma Sabadell PRO.

Contacta amb nosaltres i identifica't com a membre del teu
col·lectiu i un gestor especialitzat t'explicarà detalladament els
avantatges que tenim per a PROfessionals com tu.

T'estem esperant.



TERCERA ÈPOCA ANY XLVIII
 NÚM. 509 Tercer trimestre 2025

Director:

Josep M^a Fernández Novell

Comitè de redacció:

Mercè Talló
 Mireia Díaz-Lobo
 Oriol Güell Riera

Edita:

COL·LEGI OFICIAL DE QUÍMICS
 DE CATALUNYA

Òrgan de difusió:

ASSOCIACIÓ DE QUÍMICS
 DE CATALUNYA

Redacció:

Av. Portal de l'Àngel, 24 1r
 08002 Barcelona
 Tel.: 93 317 92 49
 Telefax.: 93 317 92 99
 e-mail: quimics@quimics.cat
 web: quimics.cat

Maquetació i creació arxiu PDF:

Kit-Book Serveis Editorials, S.C.P
 kit@kit-book.net
 08022 Barcelona

Publicitat:

Gecap S.L. - Ricard Piqué
 Tel. 93 459 33 30

Dipòsit legal: B-14.622-1969
 ISSN 2696-6522
 Edició digital

Correcció lingüística:

Carme Zaragoza

**NPQ no es responsabilitza de les
 opinions expressades en els
 articles signats**



Portada: Branques fortes com la Química

Autora: Carme Zaragoza

ECONOMIA CIRCULAR

L'economia circular és un model de producció i consum per ampliar el cycle de vida dels productes. Implica compartir, reutilitzar, reparar i reciclar materials i productes existents totes les vegades que sigui possible i així crear un valor afegit. Pràcticament implica reduir els residus al mínim.

Per encarar els recursos finits i els problemes climàtics, la UE vol aconseguir una economia circular i climàticament neutre pel 2050. Per això, necessitem passar d'una societat de prendre, fabricar i llençar o eliminar a una altra amb una economia neutre en carboni i sostenible ambientalment, lliure de tòxics i completament circular, tot pel 2050.

Per començar a planejar el futur, la UE va presentar des del 2022 diferents estratègies per aconseguir una economia circular i protegir el medi ambient, a les set àrees essencials: plàstics; tèxtil; residus electrònics; alimentació; aigua i nutrients; embalatge, bateries i vehicles; edificacions i construcció. La indústria química hi és present en totes aquestes àrees.

L'economia circular i la sostenibilitat s'han d'incorporar a TOTES les etapes de les cadenes de valor de la indústria química, des del disseny fins a la producció i d'aquesta fins al consumidor. Per solucionar qualsevol dubte ja sabeu que el COQC està per assessorar-vos.

Josep M. Fernández Novell
 Degà del COQC
 President de l'AQC



COL·LEGI DE QUÍMICS DE CATALUNYA

Degà: Josep M. Fernández.
Vicedegans: 1r Joan Sansaloni.
2a M. del Carmen González.
Secretari: Oriol Güell.
Vicesecretari: Enrique Morillas.
Tresorera: Mireia Díaz.
Vocals: Alexandra Bonet, Jordi Bonet,
Aureli Calvet, M. Lluïsa Coderch, Estela
Giménez, Anna Grancelli, Miquel
Rigola, Mercè Talló i Jaume Vilarrasa.

ASSOCIACIÓ DE QUÍMICS DE CATALUNYA

President: Josep M. Fernández.
Vicepresidents: 1r Joan Sansaloni.
2a M. del Carmen González.
Secretari: Oriol Güell.
Vicesecretari: Enrique Morillas.
Tresorera: Mireia Díaz.
Vocals: Alexandra Bonet, Jordi
Bonet, Aureli Calvet, Anna Grancelli,
Miquel Rigola i Mercè Talló.

GRUPS DE TREBALL DEL COL·LEGI I DE L'ASSOCIACIÓ

COMISSIONS:

- **d'Estudiants:** Raimon Terricabres.
- **Igualtat:** Anna Grancelli
- **Ensenyament i Talent:** Josep M. Fernández Novell.
- **Medi Ambient:** Xavier Albort.
- **Metal·lúrgia i Materials Avançats:** Jesús Peñafiel.
- **Patents:** Pascual Segura.
- **Química Forense:** José Costa.
- **Química de la Vida i la Salut:** Carme Plasencia.
- **Química de l'Alimentació i Cosmètica:** Cristina Peña.
- **Seguretat Industrial:** Xavier de Gea.
- **Innovació i Transferència Tecnològica:** Joan Sansaloni.

EDITORIAL

Editorial..... 3

COL·LABORACIONS

El nostre record del Dr. Joan Josep Guinovart Cirera..... 5
Aplicació de *Escape-rooms* on-line a la
docència de Bioquímica del grau de
Química..... 9
2a Mini Olimpíada de Química de Catalunya..... 19
L'escalat industrial no és la xocolata del lloro:
els costos, el finançament i l'abisme de
l'escalat en la innovació química..... 23
Els nostres ordres..... 29

NOTÍCIES

Notícies..... 30

ENTRETENIMENT

Entreteniment..... 31

SERVEIS

DEL COL·LEGI I DE L'ASSOCIACIÓ

Borsa de Treball

- Rep i cursa peticions laborals per als col·legiats.

Publicacions

- NPQ.

Serveis Professionals

- Visat de projectes. Certificacions.
- Defensa jurídica professional.
- Peritatges legals.

Serveis d'Assistència

- Assessoria jurídica i laboral.
- Assistència mèdica. El Col·legi té subscripta una pòlissa amb Adeslas.
- Assegurances.
-Hermandad Nacional de Arquitectos Superiores y Químicos Mutualidad de Previsión Social a Prima Fija.

Serveis Financers

- Proporcionen als col·legiats avantatges excepcionals en les seves gestions financeres a través de les següents entitats:
- Tecnocrèdit - Banc Sabadell.

**Si voleu més informació truqueu a la
secretaria del Col·legi:
93 317 92 49**

EL NOSTRE RECORD DEL DR. JOAN JOSEP GUINOVART CIRERA

AUTORS:

CARME ZARAGOZA DOMENECH
Professora jubilada

JOSEP M^a FERNÀNDEZ
Universitat de Barcelona i degà del Col·legi



L'1 de gener us vam informar de la mort d'aquest químic, farmacèutic i bioquímic amb un ampli reconeixement internacional i, ara, volem fer palès el nostre record.

HISTÒRIA AMB ALGUNS PREMIS

En Joan va néixer el 1947 a Tarragona. El 1969 es va graduar en Farmàcia i Ciències Químiques per la Universitat de Barcelona (UB) i el 1973 va obtenir el doctorat en Farmàcia per la UB al laboratori del Dr. Manuel Rosell, sobre el metabolisme del glicogen. Del 1974 fins al 1975 va fer una estada postdoctoral a la Universitat de Virgínia (UVA) amb el Dr. Joseph Larner. Després va tornar a Barcelona i del 1975 fins al 1983 va ser professor de bioquímica a la

Facultat de Farmàcia de la UB. Del 1984 fins al 1990 va ser professor, catedràtic i vicedegà de la Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). El 1990 tornà a la UB com a catedràtic de biologia molecular i bioquímica. El 2005, va fundar l'Institut de Recerca en Biomedicina (IRB Barcelona), que va dirigir fins al 2018. Per a més informació [1]



Foto d'en Joan J. Guinovart

Del 1996 fins al 2000 va ser president de la *Societat Espanyola de Bioquímica i Biologia Molecular* (SEBBM). Del 2015 al 2018 va ser president de *The International Union of Biochemistry and Molecular Biology* (IUBMB) i membre del consell de la *Federation of European Biochemical Societies* (FEBS). El 2003 va ser fundador i primer president, fins al 2011, de la *Confederació de Societats Científiques d'Espanya* (COSCE) que, avui, representa a més de 48.000 investigadors de 89 societats científiques.

En Joan va publicar més de 200 articles científics, estudiant la regulació del metabolisme del glicogen al fetge, múscul i cervell i de divulgació, serveixi com a exemple [2]. La seva empena i ganes van servir per portar la bioquímica catalana

a l'àmbit mundial, sempre que podia deia "Els països rics no inverteixen en ciència perquè són rics sinó que són rics perquè inverteixen en ciència". Hauríem de pensar i dir-nos cada dia les seves paraules.

Per la seva feina va rebre molts premis dels quals, aquí, en volem destacar tres pel reconeixement envers en Joan que representen:

L'any 2007 va ser nomenat Fill Predilecte de Tarragona, en reconeixement de la seva ciutat.



L'any 2014 va rebre la Creu de Sant Jordi de la Generalitat de Catalunya de mans del President de la Generalitat. A la foto, moment en què el Molt Honorable Sr. Artur Mas li posa la distinció en reconeixement del seu país.

L'any 2024 va rebre el premi *The Israel Pecht Award 2024 FEBS Recognition Award for Outstanding Contribution to the Molecular Biosciences Community*. A la foto, d'esquerra a dreta, Dr. Miguel A. De la Rosa, secretari general de FEBS i encarregat d'entregar el premi, al seu costat els guardonats Dr. László Fésüs de la Societat Hongaresa

de Bioquímica i el Dr. Joan J. Guinovart de la SEBBM. Important reconeixement internacional.



A mitjans dels anys vuitanta del segle passat, vam conèixer i començar a treballar al laboratori d'en Joan, del Guino com a ell li agradava que li diguéssim, a la UAB. A principis dels noranta ja ens havíem mogut a la UB, concretament a la planta setena de la Facultat de Química. Foto d'una part dels integrants del grup "Sucres" dirigit pel Guino.



El 1996, després de diverses reunions vàrem dissenyar un curs per atreure els estudiants de COU cap a estudis amb bioquímica. Així, el 1997 va néixer el primer curs "I tu? Jo, Bioquímica" (ITUs) que, encara està en funcionament (aquest estiu 2025 s'ha celebrat el XXIX curs). El gran objectiu del curs és ajudar i despertar vocacions científiques entre l'alumnat amb un gran interès

per la ciència i a punt d'entrar a la universitat. A la foto en Joan al costat del professorat i participants del curs "I tu? Jo, Bioquímica" del 2001.



Tot i les seves responsabilitats a l'IRB, sempre volia saber com avançàvem en els "ITUs" i, així va participar fins al 2021 amb les seves xerrades sobre diabetis. A més, va participar en els actes de celebració del 20è curs al Paranimf de la UB. A la foto, moment en què es dirigí als presents i els va transmetre la seva passió en defensa de la ciència i amb el seu particular "Desacord amb el desànim, *Inasequible al desaliento*" que tan sovint deia i aplicava.



Per a més informació [3 -4]

El 2013, amb la col·laboració de la Fundació Catalunya La Pedrera vam començar una nova aventura, el curs "*Crazy By Biomedicine*" que després

s'ampliaria a altres ciències donant lloc al "Bojos per la Ciència". Coneixent a en Joan, va ser un pas previsible en la presentació de la bioquímica als estudiants i a la societat. A la foto, la presentació del curs al congrés Hands on Science del 2018 a Barcelona [5].



El 28 d'octubre del 2018 vàrem assistir a l'homenatge que l'IRB va fer a en Joan. Dirigit per Francesc Poses director de l'IRB i amb la participació de Francisco Mayor Zaragoza president de Fundació Cultura per la Pau, d'Andreu Mas-Colell president del arcelona Institute of *Science and Technology* (BIST), de Joan Massagué (1er doctorant d'en Joan) i president del Comitè Científic Internacional de l'IRB, d'Albert Barberà (doctorant d'en Joan) i director general de Recerca i Innovació en Salut de la Generalitat de Catalunya qui va tancar l'acte.

Abans, però na Margarida Corominas, directora de gestió de l'IRB, va lliurar un regal molt especial, un quadre representant a en Joan, que va obrir amb l'ajut dels seus nets. En la foto, en Joan, la seva filla Caterina i els nets, l'Oriol i la

Mariona. No es pot entendre la trajectòria d'en Joan sense el suport de la seva família.



En la foto, la darrera vegada que vàrem coincidir en un acte públic, el 20 de juny del 2024 al TNC a la 34ena edició dels Premis Nacionals de Recerca, en Joan (a la dreta) i la seva esposa na Rosa Florensa entremig dels autors.



Personalment, sempre recordaré en Joan J. Guinovart Cirera, el Guino, com el gran mentor i director de la meua tesi, sempre molt exigent però proper. Fou un gran científic i fer ciència, estudiar el metabolisme del glicogen i la diabetis amb ell va ser molt gratificant, el meu pare científic i amic. Diuen que fou un visionari perquè sempre hi veia més enllà que els altres i, sempre, donava suport a les idees més esbojarrades

com per exemple els "I tu? Jo, Bioquímica". Et trobarem a faltar, però gràcies a tu no defallirem i el teu llegat continuarà inspirant el jovent interessat en la bioquímica, en la ciència.

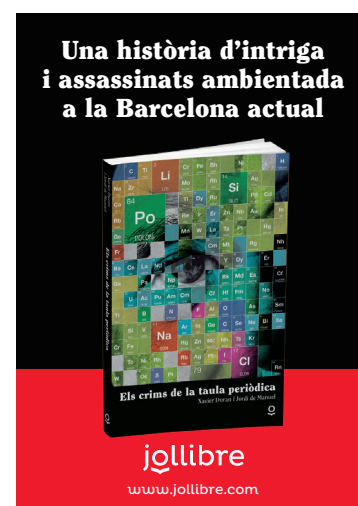
[1] Duran, J. & Gentry, M. S. (2025) "In Memoriam Joan J. Guinovart (1947-2025)" *Trends in Biochemical Sciences*, 50(6):455-457 <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2025.03.006>

[2] Guinovart, J. J., Ferrer, J. C. & Fernández-Novell, J. M. (2000) *Biochemical Society Transactions* 28(5):A99.4-A99 DOI: 10.1042/bst028a099c

[3] Fernández-Novell, J. M., Gomis, R. R., Cid, E., Barberà, A. & Guinovart, J.J. (2004) "Bridging the gap in biochemistry between secondary school and university" *Biochem Education*, 30 (3):172-174 <https://doi.org/10.1002/bmb.2002.494030030072>

[4] Fernández-Novell J. M. & Guinovart, J. J. (2008) "I love Biochemistry: More than ten years on" In book: NYEX Conference on Science Education of Gifted Students Publisher: Petnica Science Center, Serbia

[5] Guinovart, J. J. *Crazy about Biomedicine: A Hands-on Initiative Run by a Research Centre to Nurture a Vocation for Science among Secondary School Students. Hands-on Science. Advancing Science. Improving Education.* Costa MF, Dorrió BV, Fernández-Novell JM (Eds.); Hands-on Science Network, 2018, 1-3.



APLICACIÓ DE *ESCAPE-ROOMS* ON-LINE A LA DOCÈNCIA DE BIOQUÍMICA DEL GRAU DE QUÍMICA

AUTORS:

JOSEP J. CENTELLES

josepcentelles@ub.edu

SANTIAGO IMPERIAL

ESTEFANÍA MORENO

SANDRA PÉREZ-TORRAS

PEDRO R. DE ATAURI

Departament de Bioquímica i Biomedicina Molecular
Facultat de Biologia
Universitat de Barcelona



INTRODUCCIÓ

Durant el confinament de la COVID-19, en assignatures impartides a la Universitat de Barcelona, com ara la Bioquímica, el professorat es va veure obligat a aprendre i a utilitzar noves metodologies docents. El confinament no permetia el contacte humà entre el docent i l'alumne, cosa que va implicar un gran esforç per part del professorat. Així, per tal d'aconseguir un aprenentatge adequat per part de l'alumnat, el professorat va preparar una gran quantitat de material en el context digital, en paral·lel

al que passava en altres àmbits, com ara un augment gran de les visites virtuals a museus, els e-books, la projecció de pel·lícules de cinema o d'obres teatrals, cançons, exercicis de gimnàstica, etc...

A l'assignatura de Bioquímica, igual que en altres assignatures de ciències, a banda de les classes teòriques, és habitual utilitzar classes de pràctiques de laboratori [1] i classes de resolució de problemes numèrics [2], que es van haver d'adaptar al context digital. Les classes presencials de pràctiques de laboratori es

van substituir per gravacions del professorat realitzant les pràctiques o aplicant les tècniques de laboratori. Tanmateix, en les pràctiques que impliquen mesurar dades amb un aparell de laboratori, es van utilitzar les dades obtingudes pels alumnes que havien realitzat les pràctiques en anys anteriors. Això va permetre que els alumnes poguessin realitzar els càlculs, tot i que manqués el treball manual al laboratori que, en qualsevol cas, podien seguir gràcies als vídeos gravats pel professor.

Pel que fa a les classes de problemes, a Bioquímica no tots els temes permeten plantejar problemes numèrics. És habitual a les classes de problemes presentar als alumnes fulls contenint els enunciats amb els resultats al final. Alguns dels problemes es resolen durant les classes, però l'alumne pot resoldre per si mateix altres problemes, com si jugués, sentint posteriorment una gran satisfacció en observar que el resultat de la resolució coincideix amb el resultat que es troba a la llista de solucions dels problemes. Altres possibilitats per ensenyar Bioquímica consisteixen en la utilització de preguntes tipus test [3], i a Bioquímica Clínica també s'utilitza l'anàlisi de casos clínics de pacients [4]. Tot i això, la gamificació, tan freqüent en assignatures relacionades amb l'estudi d'idiomes o de gramàtica, no és gaire freqüent a Bioquímica [5, 6, 7]. Dins del marc del nostre grup d'innovació docent recentment format (QuiMet, Química del Metabolisme al Grau de Química, actualment consolidat: GINDOC-UB180), el professorat que impartia llavors l'assignatura "Bioquímica" del Grau de Química vam organitzar una sèrie de jocs per tal de induir als alumnes a aprendre la nomenclatura, estructura i funció dels diferents tipus de biomolècules. Inicialment vam utilitzar exclusivament jocs que havien de ser impresos, per després, una vegada resolts, ser escanejats i enviats al professor per ser co-

rregits manualment. Aquests jocs van tenir tant d'èxit entre els alumnes confinats, que els professors de l'assignatura vam decidir ampliar-los amb passatemps cada vegada més complexos. Amb aquest objectiu es va iniciar una recerca dels diversos jocs existents en llibres de passatemps [8, 9] per a la seva utilització en la docència de Bioquímica. Més tard, vam decidir que els alumnes fessin una autocorrecció i en aquest context va ser quan van sorgir les *Escape-rooms* que utilitzem actualment en la nostra docència de Bioquímica del grau de Química.

MATERIALS I MÈTODES

Les *Escape-rooms* es basen en solucionar una sèrie de qüestionaris utilitzant el formulari de Google Drive [10], que es un servei d'emmagatzematge al núvol proporcionat per Google que permet als usuaris guardar, crear, editar i compartir fitxers des de qualsevol dispositiu amb connexió a internet. Com a part d'aquest servei, Google Forms és un qüestionari que permet recopilar la informació dels estudiants que hi participen, responnent diversos tipus de preguntes. Aquestes preguntes inclouen: resposta curta, paràgraf, opció múltiple, caselles de verificació, menú desplegable, càrrega d'arxius, escala lineal, quadrícula d'opció múltiple, quadrícula de caselles de verificació, data i hora. El qüestionari es pot separar en seccions (o pàgines), i si

una de les preguntes es marca com a obligatòria i es fixa la resposta requerida, l'alumne no pot canviar de secció fins que respongui correctament aquesta pregunta. Aquesta propietat es l'element clau que ens permet programar el conjunt de problemes que conformaran el que anomenem un *Break-down* o *Escape-room*.

S'utilitzen, generalment, respostes curtes (numèriques o alfanumèriques), que poden incloure la resposta a problemes numèrics, els resultats de l'anagrama d'uns mots encruats a partir de caselles assenyalades, la paraula més llarga d'una sopa de lletres, la frase que s'obté al solucionar el joc del salt del cavall, el temps en què s'anomena algun aspecte important en un vídeo adjunt, o altres solucions dels passatemps que es poden proposar. És important en una *Escape-room* que totes les seccions continguin jocs o passatemps de diferents tipus, perquè siguin variats i cap dels jocs avorreixi a l'alumne mentre realitza les tasques. Si l'alumne aconsegueix arribar al final del qüestionari i enviar-lo, l'estudiant haurà aconseguit aprendre i beneficiar-se del joc. A més, la variació en els jocs li haurà permès trobar almenys algun en particular que li hagi agradat més que els altres, gaudint així de la participació en aquests passatemps.

Podem classificar els passatemps en aquells que utilitzen xifres, números i càlculs ma-



temàtics i aquells que utilitzen lletres, paraules i definicions. Com que a Bioquímica ja realitzàvem habitualment classes de problemes basades en càlculs numèrics [2], vam decidir desenvolupar jocs que es basessin en generar paraules o frases. De tota manera, a les *Escape-room* també utilitzem problemes numèrics, així com visualitzacions d'un vídeo en el que es demana un temps, en segons, en el que s'esmentí un aspecte en particular de la explicació del vídeo. Vam permetre que les respostes numèriques es trobessin dins d'un rang de números per si els resultats variaven a causa de la utilització de més o menys xifres significatives en els càlculs.

OBJECTIUS

Els objectius del nostre grup d'innovació docent s'ha enfocat a presentar diversos passatemps útils per a l'autoaprenentatge i l'estudi dels alumnes de Bioquímica del

grau de Química. Així, els passatemps que vam preparar van ser molt variats [11], i pels comentaris dels estudiants creiem que van ser molt apreciats durant el curs. Per això vam decidir mantenir-los una vegada superada la pandèmia, tot i que les classes ja passaven a impartir-se de nou presencialment.

RESULTATS

Jocs preparats per a les *Escape-rooms*

Els jocs no han de ser massa complexos per evitar que els jugadors els abandonin si triguen molt a resoldre'ls. No arribar a solucionar un joc pot generar, a vegades, frustració al jugador. Per això, és important que hi hagi una motivació perquè l'estudiant solucioni el joc. De vegades, però, els alumnes no se senten motivats únicament amb la satisfacció de resoldre el joc, sinó que es requereix que el joc aportí a més un valor afegit, com per exemple una part de la nota. Segons el model docent de Dick i Carey [12], l'estímul del joc es veu recompensat per la seva resolució. Però per experiència, a no ser que sigui per una autoavaluació, els estudiants no solucionen habitualment un joc exclusivament per la recompensa de la seva resolució. Per això, a la nostra assignatura, com a part del procés d'avaluació continuada, hem considerat aportar un 10% de la nota per la resolució del conjunt

de jocs que els presentem, i en aquest sentit hem creat un conjunt d'*Escape-rooms* que aborden les diverses temàtiques estudiades dins de la assignatura (una per cada tema que s'explica a classe). Per obtenir el punt associat a cada *Escape-room*, caldrà que els estudiants resolguin totes les seccions. Amb la finalitat de poder aplicar els jocs a una *Escape-room*, busquem jocs que requereixen trobar una paraula o frase que es pugui utilitzar com a paraula clau al Google-Forms. Encara que, com ja s'ha comentat, també utilitzem la resolució de problemes numèrics i la visualització d'un vídeo preguntant el temps en què apareix un fet determinat del que es parla al vídeo.

Referent als jocs de paraules que aconseguim generar una paraula o frase, en treballs anteriors [11] els hem classificat tal com s'indica a continuació:

1. Jocs que no generen directament una paraula o frase
2. Jocs de paraules basats en el salt del cavall
3. Jocs de paraules basats en anagrames i paraules buides
4. Jocs de paraules basats en codis
5. Jocs de paraules basats en laberints
6. Jocs de paraules basats en encadenar

1. Jocs que no generen directament una paraula o frase

Entre aquests jocs hem inclòs els mots encreuats o auto-definits, la sopa de lletres, els jocs d'unir punts, i els jocs de lògica [13, 14, 15, 16].

Alguns d'aquests jocs també poden generar una paraula clau, malgrat que siguin jocs més complexos. De tota manera, en aquest tipus de jocs, sovint no cal completar tot el joc per obtenir la paraula clau, i per això no són tan útils com a treball individual d'autoaprenentatge. Així, en els mots encreuats és possible sol·licitar una paraula a partir d'unes caselles marcades dins la quadrícula dels mots encreuats, per la qual cosa només caldrà resoldre les paraules que contenen les caselles marcades per obtenir la paraula clau. En una sopa de lletres es pot sol·licitar la paraula més llarga, la més curta, o una paraula que rimí amb una altra determinada, per la qual cosa només caldrà buscar a la sopa la paraula que se sol·licita com a paraula clau per poder acabar el joc. Als jocs de lògica es pot sol·licitar el nom de l'element que es troba en un determinat lloc de la taula solució, de manera que en el moment en què s'ha emplenat aquesta casella ja no cal prosseguir el joc. Però encara que no es realitzi el joc de manera complerta, el simple intent de resolució pot ser suficient per un aprenentatge de l'alumne, encara que limi-

tat a una part del joc i no al joc complet.

Hem desenvolupat recentment un tipus de joc [17, 18] que inclou una sèrie de definicions (igual com passa amb els mots encreuats), on les paraules van a unes caselles numerades. A partir dels números de les caselles, i traslladant les lletres de cada número (igual com passa amb els jocs de codis) es determina una frase amagada. Aquesta frase pot ser la paraula clau, i no cal que estigui limitada a un número determinat de síl·labes (com passa al joc del salt del cavall).

2. Jocs de paraules basats en el salt del cavall

Aquests jocs es basen en una quadrícula que conté lletres o síl·labes i es demana obtenir una frase partint des d'una casella determinada i seguint els moviments del cavall dels jocs dels escacs (moure una casella en horitzontal o vertical i una casella en diagonal), de manera que a partir d'una casella (a,b) es pot anar a les caselles (a-2,b-1), (a-2, b+1), (a-1, b-2), (a-1, b+2), (a+1, b-2), (a+1, b+2), (a+2, b-1) i (a+2, b+1), sempre que aquestes caselles estiguin dins de la quadrícula en qüestió. En les quadrícules de 3x3 només es passa per 8 de les 9 caselles. En les de 3x4 o 4x3, en canvi si que es pot passar per les 12 caselles. Les quadrícules de 4x4 permeten passar per 15 caselles, mentre que en la resta de quadrí-

cules ja es pot passar per totes [5, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25]. La dificultat de preparar aquests jocs és que cal obtenir una frase que contingui 8, 12, 15, 20, 25, ... síl·labes per tal d'omplir tota la quadrícula. Les quadrícules de salt del cavall més habituals són les de 5x5 (amb una frase de 25 síl·labes), ja que les més petites són molt senzilles perquè hi ha poques solucions i les més grans massa complexes per la gran quantitat de possibles solucions que contenen.

3. Jocs de paraules basats en anagrames i paraules buides

Una secuencia de lletres, conformant una paraula o grup de paraules, és anagrama d'una altra si totes dues tenen les mateixes lletres, amb el mateix nombre d'aparicions però en un ordre diferent. Sovint els jocs basats en anagrames poden utilitzar-se com a complements d'altres jocs, de manera que es compliquin una mica més els jocs principals. Si és possible, és millor que els anagrames tinguin sentit (per exemple serina i sirena; o albúmina i bimanual), perquè d'aquesta manera és més senzill recordar la paraula que cal aprendre, si es relaciona una amb l'altra. Una altra possibilitat és utilitzar l'alfagrama com a anagrama (és a dir agafar les lletres per ordre alfabètic, és a dir aeinrs per serina; o aabilmnú per albúmina).

Si els anagrames són d'una única paraula és més senzilla

la resolució; mentre que es complica si correspon a varies paraules, doncs contindran més lletres [5, 7, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33]. De fet, pels d'una única paraula sempre es pot utilitzar un generador d'anagrames per solucionar-los, com per exemple el de la pàgina web: <https://palabr.as/generador-anagramas>.

Altres possibilitats consisteixen en anagrames amb síl·labes, on els de diverses paraules són més o menys igual de fàcils que els anagrames de lletres per una paraula.

En aquest bloc també podem considerar les paraules buides, és a dir aquelles paraules a les que els hi manca una síl·laba o un grup de lletres [5, 7, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33]. Aquest tipus de joc pot incloure les terminacions de paraules que rimen, que es poden associar a biomolècules (per exemple, els àcids acaben en -IC, les sals en -AT, els monosacàrids en -OSA, i moltes altres biomolècules variades acaben en -INA).

4. Jocs de paraules basats en codis

Si el codi és universal (codi genètic, Braille, Morse), aquests jocs tenen com a valor afegit aprendre el codi que s'utilitza per a traduir les paraules. Altres codis més complicats són els codis de banderes de senyalització marina, que requereixen colors i for-

mes diferents [23, 26, 31, 32, 34, 35, 36].

El codi genètic és un codi important a Bioquímica i interessant per ser conegut pels estudiants, però te com a desavantatge que no codifica totes les lletres, doncs no tenim aminoàcids proteics amb les lletres BÇJOUXZ. En particular, la manca de les vocals O i U limita la utilització d'aquest codi. No és el cas, però, dels codis Braille i Morse, que tradueixen totes les lletres.

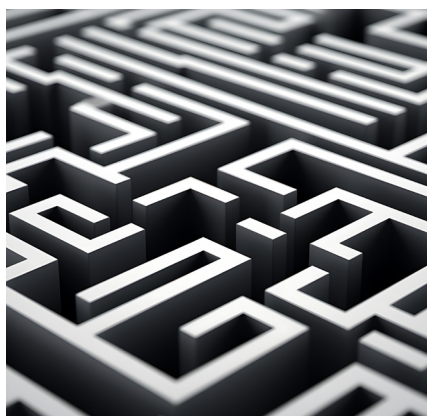
En altres casos, els codis poden variar i cal especificar-los en el text del joc (codis numèrics, de lletres llatines, amb alfabetos no llatins) [23, 26, 31, 32, 34, 35, 36]. Altres codis més complexos són els acròstics (agafar una lletra d'una determinada posició en una poesia, per exemple la primera lletra de cada vers) o especificar un número de posició i de línia d'un text per aconseguir les lletres (per exemple, posició, línia, pàgina d'un determinat llibre).

En castellà també es pot parlar del codi MURCIELAGO, que es basa en una paraula de 10 lletres diferents totes elles, però que conté les cinc vocals. Es numeren les lletres de la paraula del 0 al 9 i s'utilitzen els números per aquestes lletres, mentre que les altres lletres es mantenen tal qual (per exemple, SERINA es codificarà com: S524N7; i ALBUMINA com 76B104N7). Una altra opció és el codi SUFA-ME-LI-CO, on cada síl·la-

ba intercanvia les lletres en el codi, mentre que les altres lletres es mantenen tal qual (per exemple, SERINA es codificarà com UMLN7; i ALBUMINA com FIBSELN7).

5. Jocs de paraules basats en laberints

Els laberints es classifiquen, segons el camí, en unicursals o multicursals. Són laberints unicursals aquells que mostren un únic camí, però amb moltes corbes i girs, que fan que sigui difícil desxifrar on és el final d'aquest laberint [5, 7, 15, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32]. Els laberints unicursals (en anglès labyrinths) es poden utilitzar com a simplificació dels jocs d'anagrames. En aquest sentit, cada lletra de l'anagrama arriba a través d'un camí laberíntic (unicursal) a les caselles finals que estan ordenades per formar una paraula. Els camins de les diferents lletres s'entrecreuen, fent més difícil identificar la paraula en qüestió, tot i que sempre serà més fàcil identificar-la seguint els camins que haver d'identificar l'anagrama sense pistes. A vegades, però, es poden complicar aquests jocs si les lletres repetides procedeixen d'una única casella d'inici i es separen els camins per anar a parar a diverses caselles buides de l'anagrama final. D'aquesta manera, no és possible solucionar la paraula a partir de l'anagrama, ja que li mancaria les lletres repetides.



Els laberints multicursals (en anglés mazes) són laberints que contenen diversos camins, i permeten perdre's en atzucacs. D'entre el diferents tipus de laberints multicursals, estan aquells que consisteixen en agafar les lletres que es van trobant pel camí quan es segueix el camí més curt des de que s'entra fins que es surt del laberint. D'aquesta manera s'obté una paraula (o un anagrama, si es vol complicar més el joc).

Un altre tipus de laberints multicursals consten d'etiquetes, i es demana seguir el camí en l'ordre de les etiquetes. Els jocs d'unir punts, on es demana generar un dibuix a partir de unir amb línies rectes uns punts, són els que ens van portar a aquests tipus de jocs, quan els vam voler adaptar al temari de la bioquímica. Per a obtenir un dibuix a partir dels jocs d'unir punts cal que el jugador uneixi els punts numerats, amb línies, de manera seqüencial. En bioquímica, per a crear el dibuix, vam posar el nom de diferents metabòlits a cada punt, i vam demanar unir seqüencialment els metabòlits que anaven apareixent

en una ruta metabòlica, també seqüencialment. Però a l'hora d'obtenir dibuixos complexos (amb molts punts), les rutes metabòliques no tenen prou intermediaris per a fer-los. En lloc de realitzar un dibuix, vam plantejar un joc basat en un conjunt d'etiquetes amb els noms dels metabòlits, connectades entre sí a través de fletxes. Posteriorment vam posar lletres sobre cadascuna de les fletxes que unien les línies de connexió, per tal que sortís una paraula clau si se seguien els noms dels metabòlits correctament.

Finalment, un laberint molt útil en bioquímica és el laberint amb preguntes i respostes [5, 7, 15, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32], que també connecten les etiquetes. Cada etiqueta té una pregunta, i la resposta es troba a l'etiqueta següent, amb una nova pregunta. Responent correctament, i agafant les lletres que apareixien sobre les línies que uneixen la pregunta amb la resposta correcta, pot aparèixer una paraula clau (o un anagrama, per si es vol complicar més el joc).

6. Jocs de paraules basats en encadenar

El joc d'encadenar paraules consisteix en buscar paraules, on la síl·laba final de la primera coincideix amb la síl·laba inicial de la segona, tot i que a bioquímica no es pot encadenar moltes paraules d'aquesta manera. Una alternativa és en-

cadena amb la darrera lletra, o encadenar amb una lletra qualsevol de les paraules. Altres jocs impliquen una ordenació de paraules a partir d'unes definicions, o ordenar noms d'una llista segons algun criteri com ara la longitud de la cadena carbonada o el pes molecular [22, 31, 32, 35, 36, 37].

El joc d'encadenar que hem utilitzat més és el joc del dòmino, on les fitxes contenen un conjunt a l'esquerra i un altre diferent a la dreta, i es demana encadenar les fitxes del dòmino. El millor es utilitzar els conjunts de noms sistemàtics i estructures de molècules. Si cada element del conjunt de l'esquerra es limita a un únic element del conjunt de la dreta, el joc dona una única solució, però en cas contrari, són possibles diverses solucions. Per exemple, en el cas de relacionar noms de biomolècules i famílies d'aquestes biomolècules (hidrats de carboni, aminoàcids, lípids).

En el joc de relacionar conjunts, és possible anomenar un conjunt amb números i un altre amb lletres i demanar quins números es relacionen amb quines lletres [22, 31, 32, 35, 36, 37]. El mateix passa amb els jocs de paraules basats en encadenar paraules. Per això, incloem molts dels jocs de relacionar conjunts dins del grup de jocs d'encadenar

Un joc de relacions que hem utilitzat és l'amidakuji [5, 13, 14, 15, 30, 38, 39, 40], un joc de loteria japonès que es basa

en línies verticals que uneixen els noms dels jugadors amb els premis obtinguts. Cada jugador dibuixa unes quantes línies horitzontals, entre dues línies verticals, sense conèixer els finals de les línies. El joc es basa en seguir la línia fins que es troba una línia horitzontal que fa canviar de línia, o fins que s'arriba al premi. En el nostre cas, vam adaptar-lo a una línia horitzontal, i vam posar dues opcions al final perquè s'escollís l'opció bona en arribar al final.

Altres jocs de relacionar conjunts consisteixen en directament numerar un conjunt i posar lletres a un altre, de manera que es relacionin els dos conjunts amb un llistat de números seguits per lletres: 1A2B3C,...

PREPARACIÓ DE LA ESCAPE-ROOM ON-LINE

L'*Escape-room* ha de contenir un màxim de 10 seccions per tal de no fer-se massa llarga. En el nostre cas, preparem 9 seccions, englobades en una primera de presentació, 7 de la matèria que tracta el qüestionari, i una d'agraïment i de valoració dels jocs realitzats. Les seccions comunes a totes les *Escape-rooms* es detallen a continuació:

Secció 1

En aquesta secció, els estudiants es troben amb una breu introducció destinada a familiaritzar-los amb el procés del joc o l'activitat. És essencial-

ment una secció d'orientació que no està directament relacionada amb el contingut educatiu, sinó que serveix com a preparació per al que segueix a continuació. Les preguntes inicials són de caràcter administratiu i personal. Aquestes són:

- Nom de l'estudiant: Aquesta pregunta cerca identificar cada participant. Saber qui hi participa pot ser útil per als educadors a l'hora de fer un seguiment del progrés o per poder proporcionar resposta si té dificultats amb les "claus" de l'*Escape-room* en algun moment. A més, aporta informació de quin ha estat l'ordre d'entrega de la *Escape-room* per part de l'alumnat.
- Correu electrònic: Això es fa servir per confirmar que el participant es connecta amb un correu de la Universitat de Barcelona. A més, podria ser útil per enviar-li alguna "clau" o altres recursos addicionals, en cas que els necessités.
- Hora d'inici del joc: Registrar l'hora d'inici pot ser útil per entendre quant de temps porta als estudiants completar l'activitat, cosa que alhora pot informar als educadors sobre l'eficàcia i la durada aproximada del joc complet.
- Comentari inicial: Donar als estudiants l'oportunitat de proporcionar comentaris inicials pot oferir als educa-

dors una idea de les expectatives, inquietuds o emocions dels estudiants abans de començar l'activitat. Aquests comentaris inicials es poden comparar amb les reflexions o comentaris finals per mesurar qualsevol canvi en la percepció o comprensió de l'estudiant.

Les respostes a aquestes preguntes són de tipus obert, tot i que permeten un nombre limitat de caràcters, però al qüestionari es marca la necessitat que sigui obligatori respondre-les. Això garanteix que els educadors recopilin tota la informació administrativa i personal necessària abans que l'estudiant procedeixi amb la resta de l'activitat o el joc.

Seccions 2 a 8

En aquestes seccions es presenta el contingut educatiu relacionat amb els objectius d'aprenentatge que es refereixen a cada tema tractat per l'*Escape-room*. En els articles que es publicaran com a fascicles en les properes revistes de Notícies per a Químics es detallaran aquestes seccions per cadascun dels temes particulars relacionats amb els diferents tipus de biomolècules.

Secció 9

En aquesta secció, a banda de felicitar l'estudiant per haver superat l'*Escape-room*, es formulen preguntes per tal de valorar la percepció de l'estudiant. L'estudiant es troba amb els missatges següents:

Felicitats per Completar l'*Escape-room*! Bravo! Has arribat al final de la nostra *Escape-room* dedicada a ... (s'inclou aquí el tipus de biomolècula). No és una tasca fàcil i el teu esforç i determinació són dignes d'admiració. Esperem que hakis gaudit del viatge tant com nosaltres quan el vam dissenyar per a tu. Però l'experiència no s'acaba aquí.

Ara que has acabat el joc, ens agradaria conèixer la teva opinió sobre l'activitat. La retroalimentació és una eina inestimable per millorar i adaptar futurs desafiaments i garantir que siguin tant educatius com divertits. La teva opinió és important per a nosaltres.

Si us plau, pren-te un moment per respondre les preguntes següents:

- Valora si t'ha agradat aquesta *Escape-room* (Valora del 0 al 7)
- Valora la dificultat d'aquesta *Escape-room* (Valora del 0 al 7, on 0 és extremadament fàcil i 7 extremadament difícil)
- Valoreu la utilitat d'aquesta *Escape-room* (Valora del 0 al 7)
- Valora si t'has divertit amb aquesta *Escape-room* (Valora del 0 al 7)
- Valora si has trobat interessant aquesta *Escape-room* (Valora del 0 al 7)
- T'has encallat en aquesta *Escape-room*? (Valora del 0 al 7)

al 7, on 0 en cap moment i 7 constantment)

Gràcies pel teu temps i dedicació! La teva retroalimentació ens ajudarà a crear experiències encara millors en el futur. Esperem que continuïs explorant i aprenent amb nosaltres!

DISCUSSIÓ

En ser resolts, els jocs produeixen una sensació de satisfacció, ja que augmenten els nivells de dopamina amb la satisfacció de trobar una solució. El sistema dopaminèrgic no sols incideix en el plaer, sinó també en la memòria i l'aprenentatge. Els beneficis després de resoldre un joc són instantanis. Els jocs no han de ser massa complexos per evitar que els jugadors els abandonin si triguen molt a resoldre'ls. No arribar a solucionar un joc pot generar, de vegades, frustració al jugador. Per això és important que hi hagi una motivació perquè l'estudiant solucioni el passatemp. Segons el model docent de Dick i Carey, l'estímul del joc es veu recompensat per la seva resolució [12]. No obstant això, en jocs que no aportin un percentatge a la nota de l'avaluació, de vegades la recompensa d'aconseguir acabar el joc no és suficient per a l'alumne. Per això, és millor una recompensa a l'avaluació, encara que aquest percentatge sigui baix. Els jocs són una excusa per facilitar l'aprenentatge i de retruc millorar els resultats dins de la assignatura. Amb els

jocs, pretenem que la Bioquímica no sigui considerada una matèria tan difícil, fent-la més divertida i amena.

Pel que fa a la preparació dels jocs, tots són fàcils de preparar excepte el dels mots encruats, que és força més complicat, ja que cal buscar paraules que puguin creuar-se entre si, i no es disposa de tantes paraules relacionades amb Bioquímica que puguin entrecreuar-se en tota una quadrícula. Per això, és més fàcil preparar algunes paraules creuades, que donat que només tenen unes quantes lletres comunes entre elles, resulten a vegades difícils de resoldre. Els jocs de lògica també tenen la seva dificultat en la preparació, ja que sovint es donen més definicions de les que calen, fent que siguin massa senzills a l'hora de resoldre'ls. D'altra banda, és difícil en Bioquímica de disposar de diversos conjunts que siguin independents els uns dels altres per poder preparar una taula que es pugui utilitzar en un joc de lògica. Segueix en dificultat de preparació el joc del salt del cavall, ja que requereix pensar en una frase que contingui un número determinat de síl·labes. La sopa de lletres i les paraules creuades són els jocs més difícils de resoldre. A la sopa de lletres és freqüent que els estudiants no trobin totes les paraules (si no hi ha una llista de les que s'han de buscar).

Pel que fa a la resolució, durant la pandèmia, els passatemp proposats als estudiants

van ser més apreciats que altres tasques que els vam proposar al Moodle. La participació del alumnes en contestar altres tasques era més reduïda, com amb els qüestionaris de veritat o fals, tot i que, en el fons, els jocs es basaven també a respondre qüestions similars a les dels qüestionaris. Els laberints de preguntes amb respostes i l'Amidakuji amb dues respostes agraden molt més que els qüestionaris, i es podrien substituir els tests de veritat-fals per aquests tipus de jocs, ja que es podrien col·locar les dues respostes (veritat/fals) a l'Amidakuji, o a les caselles del laberint on la pregunta es podria plantejar com les que es realitzen en un qüestionari de veritat o fals.

En posar a disposició dels estudiants els qüestionaris i els jocs el mateix dia, era molt habitual que els alumnes lliuressin en primer lloc els passatemp i realitzessin els qüestionaris posteriorment. A més, vam rebre diversos mails durant la pandèmia, on ens sol·licitaven nous jocs. Alguns alumnes preferien les sopes de lletres, altres el salt del cavall, i altres les paraules creuades, però no els van deixar indiferents cap dels jocs proposats. El salt del cavall és una mica més difícil de resoldre, encara que ajuda titllar les síl·labes per les quals ja ha passat el cavall en el seu moviment. Continuem treballant en nous jocs, i així darrerament hem desenvolupat un nou joc que inclou les definicions de pa-

raules que trobem als mots encruats, i la definició de lletres amb els codis numèrics, per tal d'obtenir una frase en la que no cal limitació de síl·labes, com passa a la frase del salt del cavall. Esperem que aquest joc, i els altres que anirem incorporant, també seran molt apreciat pels estudiants.

AGRAÏMENTS

Els autors pertanyem al grup d'innovació docent consolidat QuiMet (Metabolisme al Grau de Química) (GIN-DOC-UB/180). Agraïm a RIM-DA, Universitat de Barcelona, pel reconeixement de la nostra feina, i la concessió del projecte: "Aplicació de Breakout-rooms o *Escape-rooms* on-line als graus de Química i Bioquímica" (2025DIG-UB/007).

REFERÈNCIES

- [1] Lozano, J.A.; Tudela, J. (1988). *Prácticas de bioquímica: experimentación y simulación*. Editorial Síntesis, S.A.. ISBN: 9788477380276
- [2] Dawes, E.A. (1980). *Quantitative problems in biochemistry* (6th Edition). Addison-Wesley Longman Ltd. ISBN: 9780582444027
- [3] Ruiz, D.; Fernandez, M. (2018). *La Bioquímica en 100 preguntas*. Nowtilus. ISBN: 9788499679396
- [4] Ñique-Carbajal, C. (2020). Una nueva forma de aprender bioquímica: metodología del caso. *Educación Médica*, 21(1), 40-44. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2018.09.006>
- [5] Marin, S.; de Atauri, P.R.; Moreno, E.; Pérez-Torras, S.; Farràs, J.; Imperial, S.; Cascante, M.; Centelles, J.J. (2021). An Escape-room about Krebs cycle prepared for chemical students. *International Journal on Engineering, Science and Technology*, 3(2), 155-164. ISSN: 2642-4088
- [6] Mirás-Calvo, M.A.; Sánchez-Rodríguez, E. (2008). *Juegos cooperativos con utilidad transferible usando MatLab*: TU-Glab. Servizo de Publicacións da Universidade de Vigo. ISBN: 9788481583878

- [7] Moreno, E.; Centelles, J.J. (2022). Capítulo 17. Juegos sencillos destinados a aprender la nomenclatura de las biomoléculas. *Innovación docente y prácticas educativas para una educación de calidad*, Conocimiento contemporáneo 47, 338-364. Coord. Carmen Romero García. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1377-920-1.

- [8] Broncano, J.C. (2020). 100 pasatiempos para toda la familia para descargar e imprimir. <https://www.tuexperto.com/2020/03/30/100-pasatiempos-para-toda-la-familia-para-descargar-e-imprimir/>

- [9] Palmarola, J. (2017). *Guía práctica del Método Montessori: Con más de 100 actividades para hacer en casa de 0 a 6 años* (Libros de actividades Montessori en casa y en clase). ISBN: 978-1973357612.

- [10] Gavin, B. (2019). *The Beginner's Guide to Google Forms*. <https://www.howtogeek.com/434570/the-beginners-guide-to-google-forms/>

- [11] Centelles, J.J.; Moreno, E.; de Atauri, P.R.; Imperial, S. (2024). *Juegos de Palabras Aplicados al Aprendizaje de la Bioquímica*. Eliva Press. ISBN: 9789999319133

- [12] Skinner, B.F. (1954). The science of learning and the art of teaching. *Harvard Educational Review*, 24(2), 86-97.

- [13] Centelles, J.J., Imperial, S., de Atauri, P., Moreno, E. (2021). *Aprenentatge amb passatemp: Aplicació de l'aprenentatge amb passatemp a un curs de Bioquímica*. *Revista del Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI)*, [en línia ISSN-e 2385-6203], Núm. 5, pp. 1-9. <https://raco.cat/index.php/RevistaCIDUI/article/view/387428>

- [14] Centelles, J.J.; Imperial, S.; de Atauri, P.; Moreno, E. (2021). *Gamificació en l'assignatura de Bioquímica del grau de Química utilitzant passatemp*. 10es JEJC. *La Química davant els reptes actuals*. Col·legi de Químics de Catalunya. pp. 4-12. ISBN: 978-84-124850-3-5

- [15] Centelles, J.J.; Moreno, E. (2022). *Capítulo 16. Aplicación de los pasatiempos con palabras en la asignatura de Bio-*

- química. Innovación docente y prácticas educativas para una educación de calidad, *Conocimiento contemporáneo* 47, 315-337. Coord. Carmen Romero García. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1377-920-1.
- [16] Marín, S.; de Atauri, P.R.; Moreno, E.; Pérez-Torras, S.; Farràs, J.; Imperial, S.; Cascante, M.; Centelles, J.J. (2023). An Escape-room about Electronic Transport and Oxidative Phosphorylation for Chemical Students. *Hands-on Science. Celebration Science and Science Education*. Edited by Manuel Filipe P.C. Martins Costa, José Benito Vázquez Dorrio, Josep Maria Fernández Novell, Carme Zaragoza Domenech. pp. 286-288. ISBN: 978-84-8158-973-3. Legal Deposit: VG 374-2023. The Hands-on Science Network. http://www.hsci.info/hsci2023/images/pdfs/conference_book_hsci2023.pdf
- [17] Centelles, J.J.; Imperial, S.; Moreno, E. (2025). Pasatiempos dedicados a estructuras y nombres de familias de alcaloides. En *"Perspectivas interdisciplinarias y retos formativos"*, ISBN 979-13-7006-133-3. Editorial Dykinson S.L. (In Press)
- [18] Centelles, J.J.; Moreno, E.; Imperial, S.; de Atauri, P.R. (2025). Un nuevo juego basado en definiciones y en códigos, que puede ser de utilidad para aprender Bioquímica. En *"Cartografía Lúdica: enseñar, aprender, cuidar y transformar la cultura y la sociedad jugando"*, ISBN: 979-13-7006-273-6. Editorial Dykinson S.L. (In Press)
- [19] Centelles, J.J.; Moreno, E.; de Atauri, P. (2023). Capítulo 41. Aplicación de diversas cuadrículas en el juego de salto del caballo para encontrar palabras o frases en la asignatura de Bioquímica del grado de Química. *Viaje didáctico por el cuerpo y la mente: experiencia desde la abstracción científico-matemática a la educación física*, Colección Conocimiento Contemporáneo, 819-840. Coords. Bartolomé Pizà Mir, Francisco Tomás González Fernández, Arturo Quilez Maimón, María Ventura Montserrat Montserrat, Vanessa Cunil Monjo. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1122-495-6.
- [20] Centelles, J.J.; Moreno, E.; de Atauri, P. (2023). Use of several grids in the knight tour's game to find shorter or longer biochemistry's sentences. *International Journal on Engineering Science, and Technology (IJonest)*, 5(1), 74-88. <https://doi.org/10.46328/ijonest.147> International
- [21] Centelles, J.J.; Imperial, S.; Pérez-Torras, S.; Moreno, E.; de Atauri, P.R. (2023). Preparació de una Escape-room del cycle de Krebs per a l'assignatura de Bioquímica del grau de Química. *Revista del Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI)*, [en línia ISSN-e 2385-6203], Núm. 6, pp. 1-9. <https://raco.cat/index.php/RevistaCIDUI/issue/view/31562>
- [22] Centelles, J.J.; Imperial, S.; Moreno, E.; Pérez-Torras, S.; de Atauri, P.R. (2024). Aprendizaje basado en juegos: una Escape-room on-line sobre bases nitrogenadas, nucleósidos, nucleótidos y ácidos nucleicos. *Galicia Química* (2024), 6(2), 30-41
- [23] Marín, S.; de Atauri, P.R.; Moreno, E.; Pérez-Torras, S.; Farràs, J.; Imperial, S.; Cascante, M.; Centelles J.J. (2024). An Escape-room about Carbohydrate Metabolism prepared for Chemical Students. *Hands-on Science. Science Education and Sustainability*. Edited by Manuel Filipe P.C. Martins Costa, José Benito Vázquez Dorrio, Salmon Landí Jr. pp. 95-99. ISBN: 978-84-8158-971-9. Legal Deposit: VG 366-2024. The Hands-on Science Network. <http://www.hsci.info/hsci2024/>
- [24] Centelles, J.J.; Imperial, S.; Pérez-Torras, S.; Moreno, E.; de Atauri, P.R. (2024). Aprenentatge del metabolisme dels lípids mitjançant una Escape-room a l'assignatura de Bioquímica del grau de Química. En *"L'Educació Química davant tothom"* Actes a les Dotzenes Jornades sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya (12es JEQC). Josep M. Fernández Novell, Mireia Diaz Lobos, Mercè Talló, Oriol, Güell, Javier Méndez. ISBN: 978-84-129148-4-9, pp. 57-67.
- [25] Centelles, J.J.; Moreno, E.; de Atauri, P. (2023). Capítulo 41. Aplicación de diversas cuadrículas en el juego de salto del caballo para encontrar palabras o frases en la asignatura de Bioquímica del grado de Química. *Viaje didáctico por el cuerpo y la mente: experiencia desde la abstracción científico-matemática a la educación física*, Colección Conocimiento Contemporáneo, 819-840. Coords. Bartolomé Pizà Mir, Francisco Tomás González Fernández, Arturo Quilez Maimón, María Ventura Montserrat Montserrat, Vanessa Cunil Monjo. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1122-495-6.
- [26] Centelles, J.J.; de Atauri, P.; Moreno, E. (2022). A new way to study biochemistry words by using games. *Proceedings of International Conference on Humanities, Social and Education Sciences 1*, 61-71 Editors: Omid Noroozi and Ismail Sahin. ISBN: 978-1-952092-33-6.
- [27] Centelles, J.J.; Imperial, S.; Pérez-Torras, S.; Moreno, E.; de Atauri, P. (2023). Aprenentatge de transportadors i receptors mitjançant una Escape-room a l'assignatura de Bioquímica del grau de Química. En *"Química a les aules i laboratoris"* Actes a les Onzenes Jornades sobre l'Ensenyament de la Química a Catalunya (11es JEQC). Josep M. Fernández Novell, Mireia Diaz Lobos, Mercè Talló, Oriol, Güell, Javier Méndez. ISBN: 978-84-126815-0-5, pp. 87-101.
- [28] Centelles, J.J.; Moreno, E.; de Atauri, P. (2023). Gamification using labyrinths and mazes to learn biomolecule's nomenclature of Biochemistry in Chemistry degree. En *"Proceedings of International Conference on Research in Education and Science"*. Editors: Mustafa Koc, Omer Tayfur Ozturk, Mustafa Lutfi Ciddi, Volume 1, 17-29. Published by the ISTES Organization. ISBN: 978-1-952092-44-2
- [29] Centelles, J.J.; Moreno, E.; de Atauri, P. (2022). Capítulo 8. Juegos de palabras basados en anagramas y laberintos para el autoaprendizaje de la nomenclatura de biomoléculas. *El uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el aula universitaria como consecuencia del Coronavirus*, Colección Conocimiento Contemporáneo 70, 158-175. Coords. Jonatán Cruz Ángeles. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1122-462-8.
- [30] Centelles, J.J.; de Atauri, P.; Moreno, E. (2022). Capítulo 39. Utilización del contexto digital en docencia de Bioquímica: Pasatiempos para aprender la nomenclatura de biomoléculas. *Sociedad digital, comunicación y conocimiento:*

retos para la ciudadanía en un mundo global, 58, 791-809. Coords. Lorena R. Romero Domínguez y Nuria Sánchez Gey Valenzuela. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1122-082-8.

[31] Centelles, J.J.; Moreno, E.; de Atauri, P.; Imperial, S. (2022). Capítulo 40. Creación de una Escape-room de hidratos de carbono utilizando juegos de palabras. Aprender a enseñar e investigar en comunicación: El reto de innovar en Comunicación Audiovisual, Periodismo y Publicidad y Relaciones Públicas, Colección Conocimiento Contemporáneo 745-763. Coord. Mario Rajas-Fernández, Mónica Viñaras-Abad, Borja Ventura-Salom. Editorial Fragua. ISBN: 978-84-7074-982-7.

[32] Centelles, J.J.; Moreno, E.; de Atauri, P. (2023). Refuerzo de conocimientos de Bioquímica aplicando juegos de letras o de palabras sencillos. (Reforç de coneixements de Bioquímica aplicant jocs de lletres o de paraules senzilles). (Biochemistry's knowledge reinforcement by using simple letters' or words' games). Revista d'Innovació Docent Universitària 15, 28-41. RIDU. <http://revistes.ub.edu/index.php/RIDU>. e-ISSN: 2013-2298; ISSN: 2014-1319.

[33] Centelles, J.J.; Moreno, E.; de Atauri, P. (2022). Capítulo 23. Pasatiempos para el autoaprendizaje en Bioquímica: Palabras carentes de una sílaba o de un grupo de letras. Transformación digital docente. La gestión sostenible de las organizaciones educativas, Colección Conocimiento Contemporáneo 72, 427-445. Coords. M^a Dolores Díaz-Noguera, Carlos Hervás-Gómez, Pedro Román-Graván, María de los Ángeles Domínguez-González. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1122-459-8.

[34] Centelles, J.J.; Moreno, E.; de Atauri, P.R. (2023). Self learning by using code-based games: an easy way to learn biomolecule's nomenclature. International Journal on Engineering, Science and Technology (IJonEST), 5(4), 290-305. <https://doi.org/10.46328/ijonest.176>

[35] Centelles, J.J.; Moreno, E.; de Atauri, P. (2022). Learning Biochemical Biomolecule's Structure and Nomenclature by Using Words Games. Proceedings of ICSES 2022. International Conference on Studies in Education and Social Sciences

1, 455-466. Editors: Amal Ben Attou, M. Lutfi Ciddi, Mevlut Unal. Published by the ISTES Organization. ISBN: 978-1-952092-41-1.

[36] Centelles, J.J.; Moreno, E.; de Atauri, P. (2022). Capítulo 38. Juegos de palabras basados en códigos para el autoaprendizaje de la nomenclatura de biomoléculas. Sociedad digital, comunicación y conocimiento: retos para la ciudadanía en un mundo global, 58, 769-790. Coords. Lorena R. Romero Domínguez y Nuria Sánchez Gey Valenzuela. Editorial Dykinson, S.L. ISBN: 978-84-1122-082-8.

[37] Centelles, J.; Imperial, S.; Pérez-Torras, S.; Moreno, E.; de Atauri, P. (2023). Gamificación utilizando una escape-room de transportadores y receptores para el autoaprendizaje de Bioquímica de los alumnos del grado de Química. FEM. Revista de la Fundación Educación Médica, 26(Supl 1), S24-S25. www.fundacioeducacionmedica.org ISSN: 2014-9840

[38] Centelles, J.J.; Moreno, E.; de Atauri, P. (2022). Aplicación de la gamificación en Bioquímica: Juegos de palabras encadenadas para aprender los nombres

y estructuras de las biomoléculas. (Gamification Application in Biochemistry: Chained Words Games to Learn Biomolecule's Names and Structures). Revista de Aprendizaje 8 (2), 1-15. Publicado y Sostenido por Common Ground Research Networks. ISSN: 2575-5544 (versión impresa); ISSN: 2575-5560 (versión electrónica).

[39] Centelles, J.J.; Imperial, S.; Moreno, E.; Pérez-Torras, S.; de Atauri, P.R. (2023). Una Escape-room para recordar la estructura de aminoácidos y proteínas en la asignatura de Bioquímica del grado de Química. Galicia Química 5(2), 14-23. ISSN: 2659-3726. <https://www.colquiga.org/revista-galicia-quimica>

[40] Centelles, J.J.; Imperial, S.; Pérez-Torras, S.; Moreno, E.; de Atauri, P.R. (2023). Capítulo 1. Aprendizaje basado en juegos: Una Escape-room on-line de aminoácidos y proteínas. En "Estudios teórico-metodológicos en Ciencias Exactas, Tecnológicas y de la Tierra 3", Denis Medina Guedes, Leonardo França Da Silva, Victor Crespo de Oliveira (Organizadores), pp. 1-15. Atena Editora. ISBN: 978-65-258-2009-5. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.095232212>

**T'ajudem
a gestionar
el teu projecte
gratuïtament.**

Assessorament sènior
per a emprenedors,
empresaris i autònoms.

Sol·licita informació a
www.secot.cat

 SECOT CAT

2a MINI OLIMPIADA DE QUÍMICA DE CATALUNYA

AUTORES:

ANNA GRANCELLI

INS. Damià Campeny i vocal COQC

ANNA POUS

Escola Freta Mataró

MERCÈ TALLÓ

Escola IPSI i vocal COQC



Aquest 2025 s'han realitzat les II Mini Olimpíades de Química de Catalunya a Girona, a Barcelona i a Tarragona. Aquí teniu uns detalls fotogràfics de cada seu amb els organitzadors, l'alumnat i el professorat acompanyant.

Girona: el dia 20 de maig a la seu de la Universitat de Girona. Barcelona: el dia 22 de maig a la seu de la Universitat de Barcelona. I, Tarragona: el dia 27 de maig a la seu del ICIQ

Moltes gràcies a tothom que hi ha participat, alumnat, professorat i familiars que els han acompanyat, així com agrair la magnífica organització a les tres seus.

Per acabar, podeu veure algunes de les preguntes tipus test de resposta múltiple de les proves realitzades aquest 2025.



Girona.



Barcelona (imatge superior) i Tarragona (imatge inferior)-



Per enlairar un globus aerostàtic, s'aprofiten els coneixements de la teoria cinètica - molecular de la matèria. Digueu quina de les següents frases NO és certa.

- a) En escalfar l'aire de dins el globus, la pressió augmenta fent que s'infla al màxim
- b) En escalfar, la densitat de l'aire dins el globus és menor que la densitat de fora
- c) En escalfar l'aire dins el globus, les molècules es mouen més ràpidament, ocupant tot el volum disponible, però mantenint la pressió constant
- d) En escalfar l'aire de dins del globus, la seva densitat augmenta perquè les molècules es mouen més lentament.

En 200 mL d'aigua es dissolen 50 g de sal. Sabent que la densitat de l'aigua és 1 g/cm^3 , el percentatge de sal a la dissolució resultant és del:

- a) 0,2 %
- b) 20 %
- c) 0,25 %
- d) 25 %

En la taula adjunta es donen les característiques del nucli i de l'escorça de dos àtoms A i B:

	Z	A	electrons
A	8	16	10
B	12	24	12

Amb les dades de què es disposa es pot afirmar que:

- a) A i B són dos àtoms neutres
- b) A és un anió amb dues càrregues negatives, i B és un àtom neutre
- c) A és un ió amb una càrrega positiva i B és un ió amb dues càrregues positives
- d) A és un àtom neutre i B un ió amb dues càrregues negatives

En la taula periòdica, per passar d'un element al següent cal afegir:

- a) Un neutró al nucli i un electró a l'escorça
- b) Un electró a l'escorça i el nucli roman igual
- c) Un protó al nucli
- d) Un protó i un neutró al nucli i l'escorça es manté igual

Quan algú es trenca el braç i s'ha d'immobilitzar, s'utilitza guix, que no és res més que sulfat de calci, CaSO_4 . Què creieu que és aquesta substància química?

- a) Un element químic.
- b) Un compost orgànic.
- c) Un compost inorgànic
- d) Una solució pura

La teoria cinètic - molecular de la matèria ens diu que, tant en els líquids com en els gasos, les partícules es mouen amb una velocitat que depèn de la seva temperatura. Per tant, es pot afirmar que:

- a) Les partícules de la matèria en estat gasós es trenquen

en assolir una temperatura determinada

- b) Les partícules dels sòlids estan en repòs
- c) Augmentar la temperatura provoca que les partícules de la matèria es moguin a velocitat menor
- d) Cap afirmació de les anteriors és certa

Quatre grups d'alumnes han determinat la massa, en grams, de diversos objectes. Els resultats es mostren en la taula adjunta. Han utilitzat una balança que aprecia fins a les dècimes de gram. Escolliu el grup que ha anotat correctament les masses de tots els objectes:

Grup A	Grup B	Grup C	Grup D
3,5	3,5	3,50	3,5
4,0	4	4,00	4
3,1	3,10	3,10	3,100
5,2	5,200	5,20	5,2

- a) Grup D
- b) Grup C
- c) Grup B
- d) Grup A

Considerant els següents processos:

- a) S'escalfa gel i s'obté aigua líquida
- b) Es crema glucosa amb oxigen i s'obté diòxid de carboni i aigua
- c) Es fa passar un corrent elèctric a través de clorur de sodi fos i s'obté clor gas i sodi

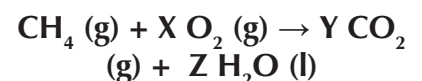
Podem dir que:

- a) Tots tres són processos químics.
- b) A i B són processos químics, i C és un procés físic.
- c) A i C són processos químics, i B és un procés físic.
- d) A és un procés físic i B i C són processos químics.

Quina és la seqüència ordenada de les fases del mètode científic:

- a) Hipòtesi, observació, teoria, experimentació
- b) Observació, hipòtesi, experimentació, teoria
- c) Teoria, hipòtesi, experimentació, observació
- d) Experimentació, hipòtesi, observació, teoria

La reacció, sense ajustar, de la combustió d'un mol de metà és:



Quan la reacció està ajustada, el coeficient X de l'oxigen ha de ser:

- a) 3
- b) 1
- c) 4
- d) 2

TEMA: Es disposa d'una mescla de ferro, sal i farina. Expliqueu com separaríeu aquesta mescla al laboratori, indicant les tècniques emprades en el procés, raonant-ne l'elecció, i fent un llistat del material necessari



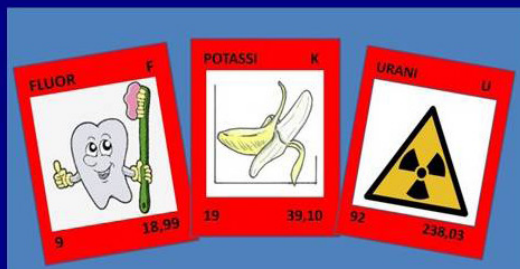
Transforming
the Industry,

Shaping
the Future

14es JEQC



**INNOVACIÓ, SEURETAT I
EDUCACIÓ QUÍMICA**



Del 17 al 19 de novembre 2025
Facultat de Química (UB)
i Seu del COQC

L'ESCALAT INDUSTRIAL NO ÉS LA XOCOLATA DEL LLORO: ELS COSTOS, EL FINANÇAMENT I L'ABISME DE L'ESCALAT EN LA INNOVACIÓ QUÍMICA

AUTORS:

JOAN SANSALONI

Vicedegà 1er, i president comissió d'innovació i transferència tecnològica del Col·legi de Químics de Catalunya

GIAN-LLUÍS RIBECHINI

President Comissió d'Innovació i Transferència Tecnològica (Enginyers Industrials de Catalunya)



La indústria química és una de les pedres angulars de l'economia moderna. Des dels medicaments que salven vides fins als materials avançats que impulsen la tecnologia, passant pels agroquímics que alimenten el món i els productes de consum que defineixen el nostre dia a dia, la seva influència és omnipresent. La innovació sistemàtica és el motor que la manté rellevant i competitiva, un motor alimentat per una costosa i complexa maquinària de recerca i desenvolupament (R+D). No obstant això, un desafiament persistent amenaça de frenar aquest progrés: si bé les ajudes a la R+D acostumen a cobrir les etapes inicials de descobriment i desenvolupament a escala de laboratori, existeix una crítica bretxa de finançament quan es tracta de validar

l'escalat industrial i la rendibilitat dels processos químics innovadors. Aquest "vall de la mort" financer sovint condemna prometedores invencions a romandre com a meres curiositats acadèmiques, sense arribar mai a materialitzar el seu potencial impacte socioeconòmic.

Per a la descriptiva de la problemàtica passaré a descriure les fases per la que passa un projecte de R+D genèric

Fase 1: La idea que surt del no res – Costos de la recerca bàsica i l'aplicada

La investigació química, en les seves etapes primàries, és un esforç inherentment costós. Els costos es poden desglossar en diverses categories principals:

- **Personal molt qualificat:** La indústria química i afins requereixen de científics (doctors, llicenciats), enginyers, tècnics de laboratori especialitzats i personal de suport. Els seus salaris, beneficis socials i la formació contínua representen una partida pressupostària significativa. La competència pel talent avui dia en la R+D és global, un aspecte que incrementa aquests costos.
- **Equipament habitualment sofisticat i per tant car:** Els laboratoris de química moderns estan equipats amb instrumentació analítica avançada (espectròmetres de masses, RMN, cromatògrafs, microscopis electrònics), reactors de síntesi, sistemes de purificació i equips de caracterització de materials.

Al que darrerament cal afegir l'equipament TIC amb el que avui es fa imprescindible de fer servir per avançar i comprovar hipòtesi. L'adquisició, el manteniment, el calibratge i les actualitzacions d'aquests equips poden costar desenes de milers d'euros per unitat.

- **Reactius i materials Fungibles:** Els productes químics, dissolvents d'alta puresa, gasos especials, catalitzadors (sovint basats en metalls preciosos), peces mecàniques dissenyades especialment pel nostre procés, el material de vidre de laboratori, i altres consumibles són una despesa recurrent i substancial. La investigació en química, bioquímica, enginyeria de processos metal·lúrgics entre d'altres, sovint implica l'ús de precursors químics cars o fets a mida.
- **Infraestructura i *overheads*:** Ens inclou el lloguer o l'amortització d'espais de laboratori adequats (amb sistemes de ventilació específics, seguretat, gestió de residus), costos d'energia, assegurances, llicències de programari especialitzat (modelització molecular, gestió de dades), accés a bases de dades científiques i publicacions, i costos administratius.
- **Seguretat i gestió de Residus:** La manipulació de substàncies químiques perilloses exigeix protocols de seguretat, equips de protecció personal i sistemes ade-

quats per a la gestió, tractament i eliminació de residus químics, la qual cosa comporta costos operatius i de compliment normatiu. I ja que parlem de seguretat en la R+D on la component digital te cada dia més importància, no oblidar les despeses de ciberseguretat de les dades i dels resultats obtinguts en el procés.

- **Propietat industrial i intel·lectual:** La protecció de les innovacions fetes són un factor essencial per tal de poder a futur explotar-la comercialment, llavors la protecció mitjançant patents, marques o secrets empresarials és crucial, però el procés de sol·licitud i manteniment de la propietat industrial a nivell nacional i internacional és costós i requereix assessorament tècnic i legal especialitzat.

Les ajudes a la R+D, provinents de fonts públiques (agències governamentals regionals, nacionals i supranacionals com el programa Horitzó Europa de la UE) i, en menor mesura en aquesta fase inicial, d'inversió privada o fundacions, acostumen a estar dissenyades per donar suport a aquesta etapa. Es centren sovint en la inversió que cal fer en la fase de seed i prova de concepte, en algun cas en els treballs d'exploració de nous coneixements. Aquestes subvencions són vitals per finançar tesis doctorals, contractar investigadors postdoctorals,

adquirir equips essencials i cobrir els costos directes de l'experimentació. L'objectiu és validar una idea a escala de laboratori, publicar els resultats en revistes científiques d'impacte i, idealment, assegurar la protecció amb patent.

Fase 2: La “vall de la mort” – Quan el finançament d'R+D, si algun dia el vas tenir, s'esgota

Un cop un procés innovador, un nou material o sistema han demostrat la seva viabilitat a escala de laboratori o escala *garatge* com ens agrada dir a alguns, sorgeix la pregunta clau: pot produir-se de manera eficient, segura i rendible a escala industrial (escala fàbrica)?

Aquí és on comença l'anomenada “vall de la mort” de la innovació dons els ajuts tradicionals d'R+D rarament estan dissenyats per cobrir aquesta transició. I les raons són múltiples:

- **Major risc percebut i diferent naturalesa del risc:** El risc en la investigació és científic (funcionarà la idea?). El risc en l'escalat és tècnic-econòmic (serà produïble a un cost competitiu i segur? Hi ha mercat?). Els inversors tradicionals de capital poden considerar aquesta etapa massa primeirenca i tècnica, mentre que les agències de finançament d'R+D poden veure-la com a “massa aplicada” o fora del seu mandat de generació de coneixement bàsic.



- **Necessitat d'inversions importants:** Els costos es disparen progressivament i en algun cas exponencialment. Construir una planta pilot, adquirir equips de major capacitat i realitzar proves de producció consumeix recursos molt superiors als d'un laboratori de recerca o als del garatge del col·lega de pensaments i projectes.
- **Horitzó temporal més llarg per obtenir el retorn:** El desenvolupament i optimització d'un procés a escala industrial pot portar diversos anys, retardant el possible retorn de la inversió. Avui dia els sistemes de simulació ens permeten reduir els temps, calibrar millor les variables i ajustar cotes, dimensions, materials i recursos generals, però encara i així, tot plegat no es fa d'un dia per un altre per molt que tinguem el procés patentat i clar.
- **Diferents habilitats requerides:** És habitual de necessitar un equip multidisciplinari que inclogui enginyer@s químics, enginyer@s de processos, experts en seguretat industrial, analistes de mercat i especialistes en regulació, perfils que no sempre hi són en els grups de recerca.

En les empreses més grans aquest aspecte es pot donar amb més facilitat, en les pimes rarament i en les *startups* és gairebé un impossible.

Fase 3: Els costos ocults (o ignorats) de l'escalat industrial i la verificació de la rendibilitat

Els treballs necessaris per verificar l'escalat industrial i la rendibilitat d'un procés químic innovador són extensos i costosos, i van molt més enllà de simplement "fer-lo més gran". Entre aquests podem incloure:

1. El disseny i la construcció de Plantes Pilot:

- **La enginyeria de processos detallada:** Traslladar un procediment de laboratori a un diagrama de flux d'enginyeria, dimensionar reactors, intercanviadors de calor, sistemes de separació, bombes, canones, etc.
- **La simulació i modelització de processos:** Utilitzar programari especialitzat per optimitzar el disseny, predir el comportament del procés a major escala i estimar costos.
- **L'adquisició d'equipament específic:** Reactors pilot, sistemes de control de processos, instrumentació industrial.
- **La construcció i instal·lació:** Complir normatives de seguretat industrial i mediambientals.

- **Els costos d'operació de la planta pilot:** Dedicació de personal, primeres matèries, energia, manteniment. Aquestes plantes poden operar durant mesos o fins i tot anys per recopilar dades suficients.

2. La optimització del procés a escala pilot:

- **Estudis de robustesa i reproductibilitat:** Assegurar que el procés funciona consistentment sota variacions esperades. Un canvi en el diàmetre o en l'alçada pot suposar que una reacció no funcioni o funcioni malament. Les condicions ambientals de fabrica no son les de laboratori i poden influir coses com les portes que s'obren per sortir al exterior, l'alçada del sostre, la calor de tota la maquinària o les influències dels camps electromagnètics en els senyals i en els sensors.
- **L'increment dels rendiments i la puresa en cas de productes químics:** Petites ineficiències a escala de laboratori es magnifiquen enormement en la producció industrial. Allò que funciona a petita escala és ineficient a gran escala.
- **La reducció de costos de Producció:** Optimització de l'ús de catalitzadors, dissolvents, energia; recerca de matèries pri-



meres més barates sense comprometre la qualitat. Per tal que les produccions siguin rendibles alguns components s'han de canviar respecte la R+D.

- **La gestió dels subproductes i residus:** Desenvolupar estratègies per minimitzar, reciclar o tractar els efluent i residus generats a major escala.
- **Els estudis d'estabilitat del producte final:** En condicions d'emmagatzematge i transport.

3. Estudis de seguretat, salut i medi Ambient (el coneguts HSE):

- **Anàlisi de riscos del procés (sistemes HAZOP):** Identificar perills potencials i establir mesures de mitigació. Hi ha reaccions que en passar de petita escala a escala industrial son explosives i cal redefinir-les.
- **L'avaluació de l'impacte ambiental:** Emissions, abocaments, consum de recursos.
- **El compliment normatiu:** Adaptació a regulacions específiques de la indústria química (REACH a Europa

o TSCA als EUA), normatives de seguretat laboral i mediambientals.

- **La classificació de productes (GHS/CLP):** Fitxes de dades de seguretat per al producte a escala industrial.

4. L'anàlisi de viabilitat econòmica i de mercat:

- **Els estudis de mercat a nivell de detall:** Mida del mercat, competència lícita, preus, necessitats del client, competència il·lícita amb dumping produït per canvis de condicions en els mercats internacionals com nous aranzels.
- **L'anàlisi de costos de producció a escala industrial (CAPEX i OPEX):** Estimació de la inversió inicial a la planta comercial i els costos operatius.
- **L'anàlisi de rendibilitat:** Punt d'equilibri, VAN, TIR, període de recuperació de la inversió.
- **El desenvolupament de la Cadena de Subministrament:** Assegurar el subministrament fiable i rendible de matèries primeres i la distribució del producte final.

5. La validació regulatòria, normativa i la propietat industrial i intel·lectual addicional:

- **Les proves de camp o d'aplicació:** Si el producte és un agroquímic, un ma-

terial per a una aplicació específica, etc., es requereixen proves en condicions reals.

- **Les homologacions i certificacions:** Depenent del sector (farmacèutic, alimentari, cosmètic, materials de construcció,...). Amb costos que poden ser elevats per els test i les validacions dels organismes notificats, els organismes autoritzats o els organismes de control; però també pels terminis amb que aquets organismes gestionen les homologacions i certificacions. De vegades hi ha assajos que s'han de fer fora del país perquè no hi ha organismes que estiguin acreditats per fer-los.
- **El reforç de l'estratègia de protecció per patents, marca comercial, disseny industrial i/o protocol de secrets:** Protegir les millores del procés desenvolupades durant l'escalat.

Aquests costos, que fàcilment poden sumar milions d'euros, no acostumen a ser elegibles per a les subvencions d'R+D convencionals, que ja han complert el seu propòsit en finançar el descobriment inicial i un desenvolupament fins a escala prototip com a molt. Els bancs poden ser refractaris a prestar sense una prova sòlida de rendibilitat a gran escala, i el capital risc, encara que més disposat a assumir riscos, sovint busca tecnologies més properes al mercat o models

de negoci menys intensius en capital que la construcció d'infraestructures químiques.

Fase 4: Conseqüències de la bretxa delinfr finançament

La manca de finançament adequat per a l'escalat té profundes conseqüències negatives:

- **La pèrdua d'innovacions prometedores:** Moltes tecnologies industrials químiques brillants finalitzen en la "vall de la mort", no per falta de mèrit científic o potencial de mercat, sinó per la incapacitat d'assegurar els fons per demostrar la seva viabilitat industrial.
- **Un desavantatge competitiu:** Països o regions que no aborden aquesta bretxa veuen com els seus descobriments són llicenciats o desenvolupats en altres llocs amb ecosistemes d'innovació més robustos i mecanismes de finançament per a l'escalat.
- **La fuga de talent i de la propietat intel·lectual:** Els investigadors i emprenedors poden veure's obligats a traslladar-se on hi hagi millors oportunitats per desenvolupar les seves tecnologies, o a vendre prematurament la seva propietat intel·lectual a empreses estrangeres.
- **La ralentització de la transició cap a una indústria química més sosten**

nible i moderna: Moltes innovacions en química sostenible (nous catalitzadors, processos més eficients energèticament, ús de matèries primeres renovables, productes biodegradables) requereixen una validació d'escalat costosa. La manca de finançament dificulta la seva adopció.

- **L'impacte econòmic reduït:** El potencial de creació d'ocupació qualificada, generació de riquesa i millora de la balança comercial que ofereixen les noves indústries químiques es veu minvat de forma important, quan a més aquest sector gaudeix de bons salaris i una estabilitat laboral propera al 95%.

Fase 5: Superar l'abisme de la innovació – Estratègies per a finançar l'escalat químic

Superar aquest desafiament requereix un enfocament multifactorial que involucri governs, indústria, institucions financeres i el món acadèmic:

1. Instruments de finançament específics per a l'Escalat:

- **Els fons públics:** Creació de programes governamentals o agències amb mandats específics per finançar projectes en la "vall de la mort", que ofereixin subvencions condicionades, préstecs participatius o capital pacient. El Consell Europeu d'In-

novació (EIC) és un exemple en aquesta direcció.

- **Les associacions públic-privades (APP):** Models on el sector públic comparteix el risc inicial amb inversors privats per portar tecnologies prometedores a la següent fase de desenvolupament.
- **Els incentius fiscals eficaços:** Crèdits fiscals per inversió en plantes pilot, en la contractació de personal per a l'escalat o en la validació de processos industrials.

2. Enfortiment de la col·laboració universitat-indústria-centres Tecnològics:

- **Les plataformes d'escalat compartides:** Centres tecnològics o "catapultes" ben equipats on múltiples empreses o grups de recerca poden provar i optimitzar els seus processos a escala pilot, reduint la necessitat que cadascú inverteixi individualment en infraestructures costoses.
- **La transferència de coneixement efectiva:** Fomentar una major mobilitat de personal entre l'acadèmia i la indústria, i programes de doctorat industrial que abordin problemes d'escalat.

3. Foment de l'atracció de capital privat Informat:

- **Els fons d'inversió Especialitzats:** Promoure la creació de fons amb ex-



periència i enfocament en la química i els materials avançats, i polítiques de ajudin a entendre als inversors els cicles de retorn de la indústria química

- **El Corporate Venturing:** Grans empreses industrials, sobretot químiques que inverteixen o col·laboren amb startups i PIMES per desenvolupar i escalar noves tecnologies.

4. Les polítiques **de suport i de marc regulador**àgil:

- **Simplificació de Tràmits:** Facilitar i agilitzar els processos de permisos i llicències per a plantes pilot i instal·lacions de primera producció, sense comprometre la seguretat ni la protecció ambiental.

CONCLUSIONS

La recerca en el sector químic és la font d'innombrables avenços que beneficien la societat. No obstant això, el camí des del descobriment al laboratori fins a la producció industrial és intens en treball i està ple de desafiaments econòmics i financers, especialment en la crucial etapa d'escalat i validació de la rendibilitat. Les ajudes tradicionals a la R+D, si

bé indispensables per generar l'espurna inicial i els primers desenvolupaments, no són suficients per creuar la "vall de la mort" empresarial. Seria convenient conèixer quants projectes de R+D acabats amb èxit després no han assolit la comercialització per manca de finançament o perquè l'escalat no ha sigut possible. Quants milions d'euros s'han invertit per no tenir cap retorn?

Pretendre que un país inverteixi el 3% del PIB en R+D i després deixar-ho al seu destí és malbaratar els recursos públics... i privats. Cal una visió de cycle complet per tal que les inversions puguin tenir un retorn amb una taxa de fracassos raonable.

És imperatiu que els responsables de les polítiques públiques, les entitats financeres i la pròpia indústria reconeguin i abordin aquesta

bretxa de finançament. En desenvolupar instruments de suport específics, fomentar la col·laboració estratègica i crear un entorn propici per a la inversió en l'escalat, es podrà alliberar l'enorme potencial de les innovacions químiques de caire industrial. Només així es garantirà que les idees concebudes en aules, espais de *networking*, tesis o aplecs d'amics no només omplin les pàgines de les revistes científiques o *News letters science* digitals, sinó que també es transformin en processos i productes que impulsin el progrés econòmic, millorin la qualitat de vida de les persones i contribueixin a un futur més sostenible. El peix petit de la innovació química, un cop trobat en l'oceà de la recerca, necessita imprescindiblement un fil econòmic i financer robust per garantir un potent teixit industrial.



Material científic i de laboratori per a centres educatius.

Oferim una àmplia gamma de productes per als laboratoris en un extens ventall d'àrees: Microscòpia, Biologia, Física, Química, Microbiologia, Seguretat o Protecció i higiene.

Compromesos amb l'educació científica des de 1998.



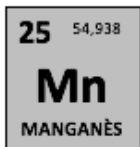
ELS NOSTRES ORDES

AUTOR:
ANDREU MARTÍ
Secretari CQC



Un any més, durant els actes de Sant Albert, homenatjarem els nostres companys que fan els 25, 40, 50 i 60 anys de professió amb els respectius **Ordres del Manganès, Zircon, Estany i Neodimi**. Enguany seran investits amb aquestes ordres els companys esmentats a continuació. Volem felicitar a tots ells, i demanar disculpes a qui es pugui trobar a faltar en aquestes llistes.

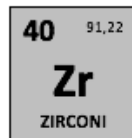
ORDE DEL MANGANÈS PROMOCIÓ DE L'ANY 2000



Cristina Alonso Merino
Eduardo Andres Rufas
Juanjo Bermejo Abellan
Jordi Bonet Ruiz
Josep Maria Campanera Alsina
Joan Josep Colas Feixas
Carla Estivill Domenech
Juan Miguel Garcia Abellan
Yolanda Gomez Romero
Arnald Grabulosa Rodriguez
Ana Hernandez Exposito
Isaac Justicia Anto
Daniel Llado Sales
Anna Llanos Pujadas
Isabel Llobet Fernandez
M^a Carmen Matias Barquiel
Ramon Pallarols Ripoll
Sergi Pascual Rodriguez
Abel Perera Vila
Andreu Pulido Polo
Jordi Puyuelo Capellas
Jordi Quintana Serra

Aurea Rodriguez Lopez
Albert Salichs Pelegri
Rosa Sibina Martorell
Alejandro Sureda Salvado
Carme Vallduriola Mataro

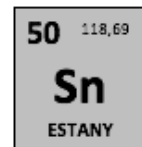
ORDE DEL ZIRCONI PROMOCIÓ DE L'ANY 1985



Carlos Aleman Gutierrez
Carles Blanco Gispert
Emili Carbonell Soler
Jaume Casas Sanfeliu
Manuel Conte Masueras
Enrique De Miguel Monton
Josep Garcia Talleda
Santiago Gasso Domingo
Jordi Huguet Ballester
Elisabet Martinez Rodriguez
Enric Medinya Gimbernat
Pedro Pacheco Sanchez
Pedro Manuel Rodrigo Rueda
Fco. Javier Rodriguez Martinez
Antonio Sanchez Martin
Enric Suñe Colell

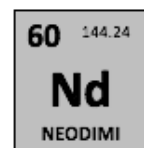
Monica Teixido Aymerich
Jesus Vazquez Cayuela

ORDE DE L'ESTANY PROMOCIÓ DE L'ANY 1975



Josep Admetlla Maseras
Joaquim Cane Ballart
Jose M^a Gutierrez Gonzalez
Joan Llorens Llacuna
Jorge Marquet Cortes
Salvador Mestre Blanch
Pere Puig Juvina
Pascual Segura Camara
Jordi Vinaixa Serra

ORDE DEL NEODIMI PROMOCIÓ DE L'ANY 1965



Manuel Bosser Julve
Jose Luis Lapieza Perez

NOTÍCIES

AUTORS:

EQUIP EDITORIAL

CLOENDA DEL CONSOLIDA'T 2025

El dijous 15 de maig es va fer l'acte de cloenda del Consolida't 2025 a Sitges, a l'edifici Miramar lloc magnífic per aquests actes. El nostre col·legiat Eduard Balbuena va presentar-nos el resum d'aquest curs i es va fer efectiva l'entrega de certificats. La foto mostra els participants i altres moments de l'acte.



APLICACIONS DE LA IA EN L'ENSENYAMENT DE LES CIÈNCIES

Del 7 al 10 de juliol, a les instal·lacions de Barcelona

Activa, el COQC va fer el curs d'IA dirigit al professorat de ciències. Hi van participar en Pol Torrent, gestor de projectes del VHIR, en Manel Bosch, gestor de microscòpia UB, n'Andreu Casadevall, bioquímic i màster en indústria farmacèutica, na Núria Ferré professora d'FP i en Josep M. Fernández-Novell degà del COQC. A les fotos teniu uns instants d'aquest curs.



VIURE PLENAMENT LA JUBILACIÓ



El dimarts 8 de juliol, vam tenir una xerrada de la SECOT sobre què fer professionalment després de la jubilació. El nostre col·legiat Albert Duran ens va fer una petita introducció del què és i en què ens pot ajudar la SECOT, fa assessorament, mentoratge i formació a emprenedors, autònoms i empreses de la mà de professionals sènior voluntaris, en diuen "la força de l'experiència". L'Albert va presentar a en Joan Antoni Elias, també membre de la SECOT, qui ens va explicar el treball post-jubilació. Temes com el model de factura, l'IVA aplicable, el màxim de facturació anual i la liquidació amb Hisenda van ser alguns dels demanats pels assistents. En la primera foto l'Albert exposant SECOT i en la segona l'Antoni explicant i contestant les preguntes dels assistents.

ENTRETENIMENT

AUTOR:

ZOE I JOSEP FERNÁNDEZ



El vigilant de la Química verda



ELS NÚMEROS D'NPQ CORRESPONENTS ALS ANYS 2000-2025

<http://www.issuu.com/colquimcat>



NPQ 469

Col·legi Oficial de Químics de Catalunya

Revista del Col·legi de Químics de Catalunya.



NPQ 468

Col·legi Oficial de Químics de Catalunya

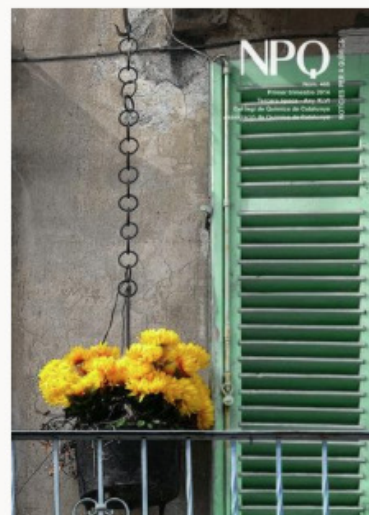
Revista del Col·legi de Químics de Catalunya.



NPQ 467

Col·legi Oficial de Químics de Catalunya

Revista del Col·legi de Químics de Catalunya



NPQ 466

Col·legi Oficial de Químics de Catalunya

Revista del Col·legi de Químics de Catalunya.



NPQ 465

Col·legi Oficial de Químics de Catalunya

Revista del Col·legi de Químics de Catalunya



NPQ 464

Col·legi Oficial de Químics de Catalunya

Revista del Col·legi de Químics de Catalunya



NPQ 463

Col·legi Oficial de Químics de Catalunya

Revista del Col·legi de Químics de Catalunya.



NPQ 447

Col·legi Oficial de Químics de Catalunya

Revista del Col·legi de Químics de Catalunya.

Els podeu consultar i descarregar gratuïtament en format pdf d'alta resolució.