

Elaboració de treballs de recerca en un centre d'investigació

Elaboration of research works in a research center

Laia Pellejà i Puxeu / Institut Català d'Investigació Química (ICIQ)



resum

El treball de recerca és un conjunt d'activitats estructurades i orientades a la investigació que realitza tot l'alumnat de batxillerat, amb l'orientació i el seguiment del professorat, per tal de consolidar la competència en recerca. En el present article s'explica com s'ha abordat el suport a aquest projecte curricular des d'un centre d'investigació. S'exposa l'evolució de l'enfocament des de la unitat de divulgació científica del centre i es fa una reflexió sobre la idoneïtat del model. Finalment, s'apunten els beneficis que s'obtenen d'aquesta relació generada entre estudiants i científics.

paraules clau

Treball de recerca, centre de recerca, divulgació científica, experiència, vocacions científiques.

abstract

The research work is a set of structured and research-oriented activities carried out by high school students under the guidance and supervision of their teachers, aimed at consolidating the student's research competencies. This article explains the approach used by the research center to give support to the curricular project. The article also explains the evolution of the approach used by the scientific dissemination unit of the center and observations are made on the suitability of the model. Finally, the benefits of establishing a relationship between students and scientists are noted.

keywords

Research work, research center, scientific dissemination, outreach, experience, scientific vocations.

A l'Institut Català d'Investigació Química (ICIQ, fig. 1) fa set anys que assessorem i tutoritzem treballs de recerca d'alumnes de batxillerat i durant tots aquests anys he estat la màxima responsable d'aquest programa, però els resultats no haurien estat possibles sense l'ajuda i la bona predisposició a ensenyar de molts estudiants de doctorat, de diversos científics que treballen a l'àrea de suport a la recerca i del personal administratiu que ens ha ajudat a omplir tota la paperassa burocràtica del nostre centre.

Alumnes de batxillerat als centres de recerca

Començar un curs de batxillerat no només es tradueix en un

augment de dificultat i especialització de les assignatures, sinó que comporta la introducció de nous reptes com la preparació de les PAU i l'elaboració d'un treball de recerca, entre d'altres. Si anem a mirar la definició oficial del Departament d'Educació sobre els treballs de recerca trobem que: «El treball de recerca és un conjunt d'activitats estructurades i orientades a la investigació que realitza tot l'alumnat de batxillerat amb l'orientació i seguiment del professorat, per tal de consolidar la competència en recerca. Es pot emmarcar dins un àmbit disciplinari, o pot ser interdisciplinari o transversal».

Des del nostre punt de vista, la paraula clau no pot ser cap altra

que la investigació, per tant, tots els alumnes de batxillerat hauran de treballar en cada una de les fases de la investigació, des de la pregunta que reflecteix les seves inquietuds fins al plantejament de les hipòtesis, el treball de camp o part experimental, la recollida de resultats i el tractament de dades i, finalment, l'explicació i raonament de les conclusions.

Per això cal remarcar el nostre paper en aquesta etapa dels estudiants més joves. Creiem que podem tenir un paper clau en la seva percepció sobre el món de la ciència i la investigació. Són molts els alumnes que o bé comencen desmotivats o bé acaben perdent l'interès en el seu propi projecte o, fins i tot, es veuen superats pel



Figura. 1. Fotografia de l'Institut Català d'Investigació Química.

ritme i el volum de feina que tenen. Nosaltres, com a professionals amb experiència, tenim les eines per brindar a les noves generacions una visió més oberta del que comporta fer un treball d'investigació. Els alumnes veuran que es necessita molta feina i disciplina, sí, però també que l'experiència de descobrir i d'aprendre els proporciona unes habilitats i competències que no s'imaginaven.

La nostra experiència

El primer any vam obrir les portes a tothom. Això va significar treballar molt però també nodrir-nos del que necessitava el jovent i aprendre del seu entusiasme. Vam arribar a donar suport i, en molts casos, cotutoritzar més de quaranta treballs. La majoria van ser duts a terme al nostre Laboratori d'Aprenentatge, que és un laboratori dedicat exclusivament a les activitats de divulgació que oferim (fig. 2). Aquest laboratori està completament preparat per fer recerca amb la caracterís-

tica que no hi trobarem cap producte tòxic que pugui afectar la salut dels estudiants. Això ens dona l'avantatge de poder fer investigació puntera sense haver de patir pels menors d'edat; és un laboratori on les úniques restriccions són utilitzar les mesures de seguretat habituals (bata, guants i ulleres) per tal d'adquirir hàbits de conducta al laboratori.

Per definir-ho d'alguna manera, aquell primer any vam fer treballs de recerca «a la carta»,

és a dir, vam acceptar la majoria de propostes que tenien els estudiants i, amb l'ajuda dels seus professors, vam tirar endavant investigacions inimaginables a principis d'any. Vam comparar les cigarretes electròniques amb les convencionals tot detectant nivells de nicotina, vam calcular l'eficiència de motors aeronàutics, vam intentar aconseguir l'efecte d'un medicament convencional en la salut amb l'ajut de plantes medicinals. També vam analitzar

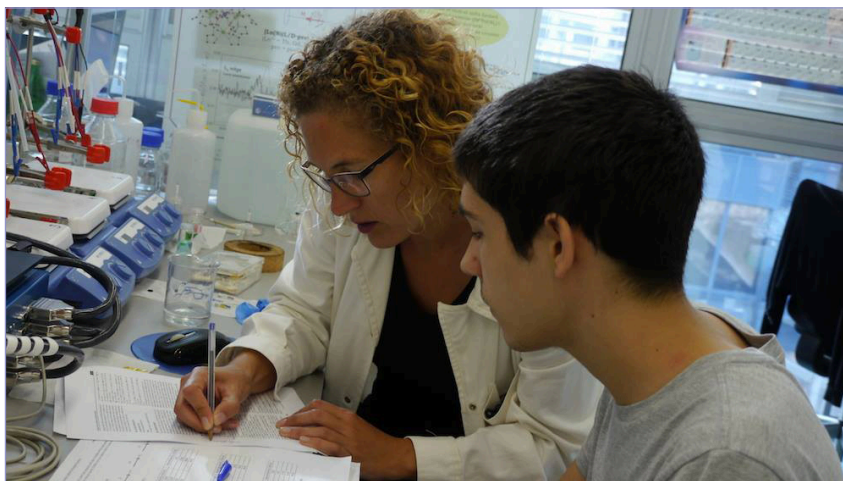


Figura. 2. L'Adam aprèn a interpretar un article científic.

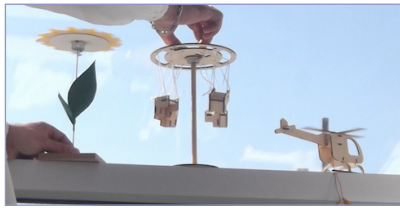


Figura 3. Diferents dispositius per provar l'eficiència de les cel·les solars de Grätzel.

la composició de les càpsules de te verd i vam detectar-hi aminoàcids, vam sintetitzar i caracteritzar compostos quirals, ens vam endinsar en el món del grafè, fins i tot vam provar de determinar si la litologia del naixement d'un riu era un factor determinant en la futura composició química de la seva aigua. Vam aprofundir en la dactiloscòpia, és a dir, en el món que hi ha darrere de l'empremta digital. Vam analitzar la química que hi havia darrere la màgia de Harry Potter, vam trobar diverses aplicacions de la fotoquímica a la fotografia, vam sintetitzar biomaterials, ens vam assessorar sobre la fusió nuclear, vam analitzar gairebé tot el que es podia analitzar de diferents suc de taronja i ens vam «inventar» reaccions vistoses. Val a dir que també vam aconseguir que alguns alumnes s'interessessin per la química que fem al centre i vam tenir treballs molt interessants basats en diferents tipus de dispositius fotovoltaics.

A partir d'aquella experiència, i malgrat la il·lusió que ens feia aquest projecte, vam haver de decidir que havíem de retallar. Hi havia molts altres programes per tirar endavant i aquest ens suposava una gran dedicació i l'impacte que generava quedava reduït a un petit nombre de persones.

Canvi en l'enfocament dels treballs de recerca

A l'ICIQ tenim clar que la recerca en química és clau per donar solució als problemes que la nostra societat ha d'afrontar.



Figura 4. Alumnes del programa «Bojos per la Ciència - Química» 2017.

Per exemple, si parlem de la necessitat de desenvolupar energies renovables, a l'ICIQ hi ha grups que miren de trobar la manera d'aprofitar la llum solar per produir electricitat i combustibles solars; si parlem de lluita contra el canvi climàtic, hi ha grups que treballen en la captura de CO_2 per fer nous materials o reaccions, o transformar-lo en combustible, i si parlem d'una economia que aprofiti millor els recursos i, per tant, que respecti el medi ambient, nosaltres investiguem com millorar processos de producció química mitjançant la recerca en catàlisi. Tot plegat des d'una aproximació química experimental i computacional. Partint d'aquesta definició del centre, vam decidir que els

treballs de recerca havien d'estar en la mateixa línia. Teníem prou recerca i era prou interessant com per poder aprofundir-hi i fer que els alumnes s'engresquessin amb hipòtesis que no s'haurien imaginat mai. Seguint aquestes directrius els alumnes han desenvolupat treballs de fotosíntesi artificial, han provat de produir hidrogen a partir de l'aigua provant diferents catalitzadors, han construït cel·les solars de Grätzel i n'han provat les eficiències utilitzant diferents colorants naturals i sintètics (fig. 3), han sintetitzat i caracteritzat punts quàntics, han estudiat la influència de l'estructura dels materials en el seu comportament magnètic, han dissenyat i muntat la maqueta d'una casa completa-

Bon dia,

Us escric per programar la part pràctica de la vostra estada. Estareu en un grup de recerca i una doctora us ensenyarà a fer els experiments. Us convidem a venir la setmana del 31 de juliol al 4 d'agost. Hauríeu d'estar aquí de les 9.30 h fins a les 16 o les 17 h. Podeu portar el dinar de casa o, si voleu, aquí al centre tenim una cantina on poder comprar-lo.

Per tal de tramitar les vostres pràctiques necessito que em feu arribar l'imprès que us adjunto emplenat i una fotocòpia del vostre DNI i de la targeta sanitària.

Si teniu qualsevol dubte ja m'ho fareu saber, bon cap de setmana i ànims pels exàmens finals!

Laia

Figura 5. Exemple d'un correu on s'especifiquen les dates de l'estada i la documentació que ha d'aportar l'alumne per tal de tramitar la seva visita.

Bona tarda a tots,

Només us volia agrair tot el vostre suport durant aquestes setmanes. Els mesos de juny-juliol són els més forts pel que fa a l'Outreach i enguany hem superat tots els rècords!

Ja sabeu que jo estic molt agraïda per tota la feina que feu per tal que les activitats siguin una realitat, però crec que és més important que us traslladi literalment les paraules d'un dels estudiants:

«Hola Laia Pellejà,

Soc en Damià, alumne que va realitzar una estada del treball de recerca la setmana del 15 al 19 de juliol. L'experiència ha estat meravellosa, m'ha agradat molt i estic motivat per continuar estudiant química. He disfrutat cada dia i he après molt. M'han ensenyat un munt de tècniques útils en el camp de la investigació i de la química. M'han mostrat aparells impressionants, com un microscopi electrònic de rastreig, un DSC, l'aparell de RMN, la tècnica de espectrografia IR, etc. M'han agradat molt les explicacions entenedores i clares de la Dra. Irene, i agraeixo molt la seva dedicació i l'atenció que ens ha dedicat aquesta setmana. I el meu agraïment és també per a tot l'equip que ens va acollir, a la meva companya Marta i a mi, des del primer dia.

També t'agraeixo l'oportunitat donada.

Gràcies per tot, surto molt motivat després d'aquesta gran experiència i torno a agrair tot el que heu fet per nosaltres aquesta setmana.

Atentament,

Damià XXX»

Ja sé que la divulgació és molt agraïda però mai no és sobrer que ens reconeguim la feina ben feta. Per tant, moltes gràcies a tots, equip, espero que tingueu molt bones vacances i ens retrobem al setembre amb ganes de més i millor. Molts petons!

Laia

Figura 6. Exemple d'un correu agraït la feina a tot l'equip d'investigadors.

ment sostenible energèticament i ens hem meravellat tots amb els ferrofluids. També s'han endinsat en el món de la cristal·lografia i els raigs X, en les cromatografies, en les reaccions a elevada pressió i en l'electromagnetisme.

Des de l'any 2014 a l'ICIQ impartim el curs de Química del programa «Bojos per la Ciència» de la Fundació Catalunya La Pedrera. Cada any venen vint-i-un estudiants seleccionats i durant tretze dissabtes aprenen la recerca que fem i quins són els reptes químics que tenim sobre la taula (fig. 4). A partir d'aquí se'ls proporciona la possibilitat de dur a terme el seu treball de recerca a les nostres instal·lacions sobre alguns dels

temes presentats i la majoria s'hi apunten. Però sempre n'hi ha algun que té les seves pròpies idees o li fa especial il·lusió aprofundir sobre algun tema o desenvolupar alguna idea i, en la mesura del possible, intentem tirar-ho endavant. En aquest sentit trobem treballs relacionats amb els perfums, la respiració del sòl en diferents concentracions de matèria orgànica, la cuina molecular, la síntesi i caracterització de pigments, la química forense o el muntatge d'una estació meteorològica. Venen carregats d'idees i sabem que amb els nostres recursos podem arribar més enllà del seu pensament inicial.

També hem fet treballs de recerca de divulgació i disseminació científica. Hi ha hagut alumnes que han aprofitat altres programes que tenim, com els casals d'estiu o els tallers puntuals per a alumnes de batxillerat, per desenvolupar treballs sobre la importància d'ensenyar ciència basant-nos en el treball experimental, estudis per detectar quan acaba la fascinació per allò desconegut en la canalla, treballs destinats a entendre perquè hi ha adolescents que perceben la ciència com una branca destinada només a gent molt estudiantosa, i també hi va haver un alumne que va adaptar els jocs tradicionals basant-se en la química. Finalment, també vam tenir una alumna que va idear tot un *scape room* destinat a alumnes de segon de batxillerat amb proves relacionades amb la matèria de selectivitat.

La relació amb les escoles i instituts

Sempre hem tingut una relació excel·lent amb els centres d'ensenyament i mai no hem tingut el més mínim problema. Aquest èxit es basa en una bona comunicació, és a dir, que sigui àgil i clara. Hem de tenir en compte que es generen molts correus electrònics: explicacions del projecte (en què consisteix i com l'organitzarem), dubtes que es generen, dates per realitzar la part pràctica (fig. 5), documentació necessària per poder entrar a l'ICIQ, certificats d'assistència quan són necessaris (indiquem el grau d'implicació i d'aprofitament a part de la durada de l'estada), avaluacions, etc. Hi ha moltes coses a tenir en compte i és important resoldre-les al moment en la mesura que sigui possible.

Un dels moments més bonics quan tutoritzes o assessores un treball de recerca és quan tens l'oportunitat d'assistir a la defensa oral dels estudiants. És en

aquell moment quan t'adones de la feina ben feta, que les hores que han passat al centre de recerca han valgut la pena i que les explicacions i discussions tenen el seu fruit. També tens una alegria quan t'envien un whatsapp (pocs envien un correu) dient-te la nota assolida i estant tan contents. És llavors quan comproves que potser s'estan fent les coses bé. I és en aquell moment que no t'has d'oblidar de tot l'equip que tens al darrere, al qual també has de transmetre l'enhorabona (fig. 6).

Actualment la informació que tenim a la nostra pàgina web és la següent: «Des de l'ICIQ col·laborem amb estudiants de batxillerat que estiguin interessats a fer el treball de recerca en temes relacionats amb la química. Podeu contactar amb nosaltres i explicar-nos el vostre treball de recerca i valorarem si els nostres investigadors o unitats de recerca poden donar-vos un cop de mà. Tingueu en compte, però, que el nostre paper és assessorar i facilitar l'ús d'equips i instruments de recerca que tenim a l'ICIQ. La supervisió dels treballs de recerca correspon als professors dels centres educatius». Intentem no estar presents en la tutorització dels treballs per tal que d'aquesta manera es creï una relació de forces equilibrada entre la part més educativa i formal (institut) i la part més tècnica i motivadora (ICIQ), que conjuntament generen les condicions òptimes per als alumnes per tal que puguin treure el millor d'ells mateixos i aconseguir no només un treball de recerca excel·lent, sinó un del qual també se sentin orgullosos i satisfets.

Els fruits d'un gran treball

Fins ara ens hem centrat en la relació entre l'ICIQ i els treballs de recerca des d'un punt de vista unidireccional: què podem oferir nosaltres als alumnes i als seus

treballs de recerca; però nosaltres també aprenem i ens nodrim d'aquesta experiència. Com? Per començar, estem ampliant contínuament les nostres competències: no en tenim prou de saber-nos les teories o conèixer el funcionament dels aparells, saber transmetre aquest coneixement és un dels reptes que afrontem com a científics. D'altra banda, ens permet tenir un contacte molt proper amb les que seran les noves generacions en el món de la ciència, conèixer i entendre les seves motivacions, idees, mentalitats, etc. És un dels objectius que hem de perseguir si volem mantenir l'esperit de la investigació viu; la societat canvia molt ràpidament i ens hem d'adaptar i no quedar-nos enrere. Al cap i a la fi, nosaltres representem un rol de model de científic per a aquests joves i hem de ser conscients de la responsabilitat que això comporta; cal que els ensenyem el món de la ciència tal i com és, fascinant, cooperatiu, emocionant i dinàmic, per tal de trencar amb l'estereotip que la ciència és una disciplina freda, calculadora i només apta per a les ments més brillants (fig. 7).

Finalment, els alumnes no només s'emporten una assignatura superada i una motivació personal, molts d'ells ja comencen a interessar-se per altres activitats i es presenten a concursos, tallers, beques...; en general, busquen llocs on poder satisfer les seves inquietuds i on poder demostrar les seves habilitats o aprendre'n de noves. Qualsevol persona amb certa experiència en el seu àmbit sap de primera mà que avui en dia una de les coses més importants és crear teixit i comunitat. Participar en diversos espais t'obre la porta a un món de possibilitats en l'àmbit professional i fins i tot a nivell personal. Actuant així els joves poden arribar a trobar nous



Figura 7. Fotografia d'equip després de diverses sessions sense obtenir els resultats esperats.

projectes, nous vincles, noves motivacions, nous horitzons... Aquesta última és una de les meravelles de la ciència, la gran capacitat que té per reunir gent de tot el món.



Laia Pellejà i Puxeu

Llicenciada en química i doctora en nanociència i nanotecnologia per la Universitat Rovira i Virgili (URV). Va portar a terme el seu doctorat sobre dispositius fotovoltàics a l'Institut Català d'Investigació Química. Des del 2014 és la responsable de Divulgació i Formació Científica d'aquest mateix centre de recerca i fa de la seva feina una de les seves passions: transmetre el coneixement i despertar vocacions científiques.

A/e: lpelleja@iciq.cat