
Recerca en ciència a l'escola: una reflexió sobre la recerca científica a l'Escola Sant Gervasi

Science research at school: a reflection on scientific research at the Sant Gervasi School

Daniel Selva i Butjosa

Professor de ciències i coordinador pedagògic de secundària
a l'Escola Sant Gervasi, de Mollet del Vallès.

A/e: danielselva@santgervasi.org

Data de recepció de l'article: 9 de desembre de 2018

Data d'acceptació de l'article: 4 de febrer de 2019

DOI: 10.2436/20.3007.01.120

Resum:

Tot i els moviments d'innovació educativa que s'estan activant al nostre país, sobretot en l'ensenyament secundari, tenim una gran disposició a entendre l'aprenentatge de les ciències com una seqüència de continguts conceptuals que cal destriar i transmetre als alumnes i, en tot cas, si hi ha possibilitat, fer algunes pràctiques de laboratori, força dirigides per fer-les paleses.

Només quan rebem un «bany de realitat», en què es constata que poc que han après els nostres alumnes sobre el que hem explicat, és aleshores que ens envaeix l'impuls d'innovar, de modificar les metodologies a l'aula i de fer canvis.

L'article presenta dos projectes per desenvolupar la recerca científica: el projecte SGLAB, a primària i ESO, i el projecte Science Research, a batxillerat. Tots dos responen a un projecte global de l'Escola Sant Gervasi per fomentar la recerca científica entre els nostres alumnes.

Es descriuen els objectius d'ambdós projectes, exemples concrets del desplegament metodològic, es fa èmfasi en fer comprendre el mètode científic, les vies de comunicació dels resultats, la implicació de la comunitat educativa i de l'entorn i les competències que es desenvolupen en els alumnes. També s'afavoreix el debat sobre l'ètica de la ciència.

Paraules clau

Recerca, indagació, experimentació, raonament, projecte global, competències científiques.

Abstract

Despite the educational innovation movements that are currently being activated in Catalonia, we still show a strong tendency to look at the learning of science, above all in secondary school, as a sequence of conceptual contents that should be distinguished and conveyed to students, while offering, if possible, some tightly controlled laboratory sessions to make such contents clear. We only become aware of the need to innovate, to modify classroom methodologies and to make far-reaching changes when we do a reality check and realize how little our students have learned from our teaching.

This paper presents two projects for the development of scientific research: SGLAB in primary and compulsory secondary school, and Science Research in upper secondary school. Both respond to a comprehensive project of the Sant Gervasi School to promote scientific research among its students. We describe here the objectives of both projects along with specific examples of the methodological deployment, emphasizing the need to convey an understanding of the scientific method and of the means of communicating its results, as well as to procure the involvement of the educational community and to promote the skills developed in students. Likewise, the debate on the ethics of science is encouraged as well.

Keywords

Research, inquiry, experimentation, reasoning, comprehensive project, scientific skills.

Introducció

Des que l'evolució dels homínids va anar prenent forma, les diferents espècies van anar desenvolupant éssers que es van anar interessant per conèixer el seu entorn i modificar-lo en funció dels seus interessos i necessitats. La nostra espècie no n'ha estat pas una excepció, ans al contrari, tenim moltes evidències que els humans des que naixem, manifestem un desig que ens impulsa a voler saber el perquè del que ens envolta, i també per què nosaltres mateixos som de la manera que som. Només cal conviure unes hores o uns dies amb nens i nenes de dos, tres o quatre anys per adonar-nos d'aquesta realitat: als nens i les nenes els encanta explorar i fer-se preguntes, o sigui, fer recerca. A partir d'aquesta realitat, doncs, és obvi que a l'escola

els estudiants desitgen fer recerca i, a més, aquesta recerca, a l'escola, tindran l'oportunitat de socialitzar-la.

Quan ens preguntem, per exemple, si cal fer recerca a l'etapa d'educació infantil, crec que la resposta és clara; observem els nens i les nenes d'aquesta edat i veiem que si el mestre o la mestra no ho fa, ells la fan «pel seu compte» (al sorral del pati, amb els elements de joc que tinguin a disposició, amb els seus propis cossos...), o sigui, no fan res més que donar «sortida» al seu impuls natural.

El problema que encara tenim als centres educatius del nostre país és que aquest «impuls» de fer recerca tan poderós que tenen els nens i les nenes més petits, es va difuminant i minvant al llarg de l'educació primària i sembla haver-se perdut a l'educació secundària. Què els passa doncs als nostres nens i joves en relació amb la recerca? Per què sembla que perdin l'interès natural que tenien de més petits? Per què un nen o una nena de tres anys ens fa preguntes sobre el clima, els animals, les plantes, les persones, les coses, les màquines, etc., i els joves de quinze anys sembla que estiguin d'esquena a tot allò que no sigui ells mateixos i els seus neguits? Crec que la resposta a aquestes preguntes no és senzilla, ni tampoc es pretén trobar-la en aquest article, però sí que es vol reflexionar sobre com el nostre sistema educatiu pot estar contribuint a aquesta realitat.

Són dos tipus d'aspectes els que ens porten a aquesta realitat, els uns són de caràcter intrínsec a la persona i els altres hi són extrínsecs, o sigui, venen de tot allò que des de l'entorn pot influir en els estudiants. No entraré en els aspectes intrínsecs, atribuïbles a factors genètics, hormonals o altres, donat que ni en soc expert ni penso que des de l'escola hi puguem fer gran cosa (tret de constatar-los), són «pulsions» naturals que com a tals tenen el seu valor adaptatiu i que formen part del nostre jo com a individus. Ara bé, sí que podem entrar en alguns dels factors externs, si més no en els factors que estan relacionats amb l'aprenentatge en l'ambient escolar.

Encara avui en dia, tot i els moviments d'innovació educativa que s'estan activant al nostre país, tenim, sobretot en l'ensenyament secundari, una gran disposició a entendre l'aprenentatge de les ciències (naturals i socials, sobretot) com una seqüència de continguts conceptuals que cal destriar i transmetre als alumnes i, en tot

cas, si hi ha possibilitat, fer algunes pràctiques de laboratori, força dirigides per fer-les paleses.

Mestres i professors estem «atrapats» encara en la idea que els nostres alumnes han de ser fonamentalment «receptors de coneixement». Això ens porta a comprovar que el que millor fem els professionals de l'ensenyament és explicar als alumnes els fets més transcendents de la història i descriure les lleis que creiem que regeixen la natura. Només quan rebem un «bany de realitat» en què es constata que poc que han après els nostres alumnes sobre el que hem explicat, és aleshores que ens envaeix l'impuls d'innovar, de modificar les metodologies a l'aula, de fer canvis.

Veiem, doncs, que transmetre coneixement per si mateix, encara que ho fem de la millor manera possible, no és garantia d'aprenentatge significatiu, ho sabem perquè ens ho demostren els alumnes dia a dia. Amb això no vull que s'interpreti que estic en contra de les explicacions magistrals, ans al contrari, del que estic en contra és que l'explicació magistral es converteixi en la quotidianitat i en la forma principal en què els nostres alumnes accedeixin al coneixement que han d'assolir.

Si ens centrem en l'aprenentatge de la ciència a escoles i instituts ens hauríem de preguntar per què al nostre país anem faltats de «vocacions científiques i tecnològiques», per què la ciència i també la tecnologia no resulten prou atractives per als nostres joves. Ens hem de plantejar quins són els enfocaments innovadors que hauríem d'anar introduint als centres educatius per revertir aquesta realitat, però no únicament per això, sinó també per aconseguir una formació científica i tecnològica que doni oportunitats i garanties als nostres joves per viure en el món actual i futur de forma plena.

Com podríem, doncs, desenvolupar la recerca científica en l'educació?

Una manera pot ser coneixent experiències que molts centres educatius estan duent a terme, i és en aquest sentit que us vull presentar dos projectes treballats al centre en el qual treballo: el projecte SGLAB, a primària i ESO, i el projecte Science Research, a batxillerat.

Les experiències de recerca a l'Escola Sant Gervasi no són, ni pretenen ser, la «fórmula màgica» o la «solució definitiva», només són exemples de com estem intentant

modificar la forma de treballar la ciència a les aules per orientar els nostres alumnes cap a una formació més basada en les bones preguntes, el mètode científic i la crítica constructiva del coneixement i més allunyada de la transmissió de coneixement com a metodologia dominant a les classes.

Deixeu-me, però, primer exposar quatre dades de la meva escola. Sant Gervasi és una escola cooperativa de mestres i professors, situada a la població de Mollet del Vallès, que té alumnes des d'educació infantil fins a batxillerat i cicles formatius. És un centre gran, amb quatre línies i més de mil sis-cents alumnes. Per a nosaltres, el fet de ser cooperativa no és solament una forma d'organitzar-nos o una estructura, sinó que és un concepte de vida professional en grup que ens fa compartir un projecte i perseguir unes fites que, en col·laboració estreta, són molt més abastables.

El projecte SGLAB és un projecte global de l'Escola Sant Gervasi per fomentar la recerca científica entre els nostres alumnes de primària i ESO. Té ja set anys de vida, però no va néixer del no-res, va néixer de l'evolució de les activitats de recerca que realitzem des de fa ja més de trenta anys. Les Jornades de Recerca o la Setmana de la Ciència ja són realitats presents a l'Escola des de fa molts anys. El projecte Science Research és un projecte més recent, que fa quatre anys que està actiu i està enfocat als alumnes de batxillerat.

Tot això és fruit d'un «esperit» que als professors de Sant Gervasi ens ha mogut sempre per experimentar a les aules. De Sant Gervasi va néixer també, ara fa ja més de vint anys, el que és ara un centre de recerca reconegut en els camps de la biotecnologia i la química verda, com és la biotecnològica Inkemia IUCT.

Projecte SGLAB: «Fem de l'escola un centre de recerca científica durant unes setmanes»

Un projecte protagonitzat per més de vuit-cents alumnes amb l'objectiu d'incentivar l'esperit de recerca en els nostres alumnes. Un projecte pensat perquè els alumnes aprenguin ciència «fent ciència», i ho facin al llarg de la seva escolaritat, des de 3r de primària fins a 3r d'ESO.

FOTOGRAFIA 1

*Logotip del projecte (esquerra)
i presentació de treballs dels i les estudiants, 2017 (dreta).*



FONT: AUTORES.



Objectius i descripció del projecte

El projecte SGLAB és un projecte de recerca que té per objectiu principal formar els alumnes en els valors, les actituds i les aptituds de la recerca científica, basat en el fet que els alumnes, realitzant petits projectes de recerca, aprenguin fent ciència, les tècniques i les habilitats que requereix aquesta disciplina.

Convertim doncs l'escola, durant els dies que duren les recerques, en un gran centre d'investigació on tenim més de tres-cents equips de petits i mitjans investigadors, que durant dos mesos es plantegen una recerca i desenvolupen el mètode científic per intentar arribar a uns resultats.

FOTOGRAFIA 2

Equips d'investigadors presentant les seves recerques (2017)



FONT: AUTORES.

Els estudiants escullen temes, es plantegen preguntes que reclamen respostes, busquen estratègies de recerca, formulen hipòtesis, fan experimentació, identifiquen variables, controlen i analitzen dades, elaboren conclusions i presenten resultats.

A Sant Gervasi, la primera llengua estrangera és la llengua anglesa. Aquest idioma els alumnes el treballen no solament en aquesta matèria, sinó que és la llengua vehicular utilitzada a la matèria *Science*. Per tant, en el projecte SGLAB la llengua vehicular és l'anglesa.

Metodologia emprada i dinàmica generada al centre

La metodologia emprada en aquest projecte és, fonamentalment, el mètode científic i, per tant, les dinàmiques generades a l'escola giren al voltant de les fases d'aquest mètode (observació d'un fet o plantejament d'un problema o pregunta, formulació d'una hipòtesi, disseny d'un o més experiments, anàlisi dels resultats per acceptar o rebutjar la hipòtesi i conclusions).

La dinàmica pot variar lleugerament depenent de l'etapa, primària o secundària, però el calendari de la investigació és des de principi de curs fins a la celebració de la Setmana de la Ciència a Catalunya, a mitjans de novembre. A l'annex es mostra un exemple de calendari trimestral dels projectes de recerca.

Un cop el curs està en marxa, es dediquen una o dues setmanes a presentar el centre de recerca SGLAB als alumnes. Es tracta d'un centre on hi ha una demanda d'investigadors per al primer trimestre i que han estat escollits per formar-ne part, organitzats en equips de dues o tres persones. És aleshores, quan s'inicia l'observació de fenòmens, el moment de qüestionar-se problemes i plantejar-se preguntes a resoldre.

Durant les dues setmanes següents, els equips de recerca han de presentar uns objectius a assolir, i realitzar una investigació documental per tal de conèixer què saben, quines respostes ofereixen a la seva pregunta, per així formular la seva hipòtesi.

La sessió següent ha de servir per dissenyar l'experiment que validarà o no la hipòtesi triada, tenint en compte quin material es necessita, quin protocol o procediment es

durà a terme, quina variable s'estudiarà, com serà la mostra, què o qui actuarà de control, quantes rèpliques es realitzaran...

Arriba el moment d'iniciar la part experimental per demostrar la hipòtesi i recollir resultats. Els resultats són organitzats d'acord amb el seu tipus, taules, llistes... Amb els resultats a la mà arriba una de les parts més complexes, la comparació amb els resultats enunciats a la hipòtesi i l'anàlisi d'aquests, per tal d'establir unes conclusions. El centre d'investigació SGLAB organitza la Setmana de la Ciència a Catalunya, un congrés en el qual es mostren les recerques dels diferents equips de treball i els seus resultats.

Cal dir que investigadors de nivells superiors actuen com a dinamitzadors de l'acte de tancament del congrés, ofereixen diplomes de participació i encoratgen a continuar amb noves recerques.

Alguns dels temes de recerca han estat:

3r d'ESO:

- *Does orange juice provide more electrolytes than a sports drink?*
- *Does the movement of liquids depend on its density?*
- *Which liquid dissolves faster a sugar cube?*
- *Which sponge absorbs more liquid?*

2n d'ESO:

- *What kind of soap is better?*
- *Can plants be alive with different types of liquids?*
- *Does the temperature have an effect on density?*
- *Which milk has more fat?*

1r d'ESO:

- *Can electricity separate salt and pepper?*
- *Which is the best popcorn brand?*
- *Which liquid with baking soda inflates a balloon better?*
- *Do insecticides affect plants growth?*

2n de cicle superior (CS):

- *Which is the best paper plane?*
- *Does the magnet float?*

— *Can we make a non-bouncing balloon?*

— *Which water molecules are faster?*

1r de CS:

— *Which fruit dries before?*

— *Can we move a balloon without touching it?*

— *Which towel paper absorbs the best?*

— *Can we separate liquids by density?*

2n de cicle mitjà (CM):

— *Soil, water and absorption*

— *Light, colour and heat*

1r de CM:

— *Feeding plants*

— *Magnets force*

Alguns exemples més detallats

Un dels experiments fet pels nostres alumnes de l'ESO, concretament dos alumnes de primer, va sorgir de preguntar-se si el color dels globus podia influir en el fet que explotessin abans quan se sotmeten a calor. Un dels alumnes acabava de venir de vacances i recordava la calor que havia passat quan vestia de fosc i... es va fer aquesta pregunta. Van agafar globus de diferents colors però del mateix material, els van inflar fins a tenir tots la mateixa grandària i els van exposar a una llum intensa cronometrant el temps que tardaven a explotar. La seva hipòtesi era que el globus negre tardaria menys temps, i així va ser.

Van identificar la variable independent amb el color del globus i la variable dependent amb el temps que trigava a explotar. Van ser molt conscients que calia fixar molt bé altres variables que podien influir-hi, com per exemple que el focus de calor fos el mateix per a tots els globus o que tots els globus fossin del mateix material. També van observar que calia fer rèpliques, o sigui, que van repetir les proves amb diversos globus i van observar que l'experiment es podia replicar.

Uns altres alumnes, també de primer d'ESO, es van preguntar si els insecticides que afecten i maten els insectes poden tenir també afectes negatius sobre les plantes. La

seva hipòtesi va ser que també les plantes es podien veure afectades pels insecticides, ja que estan constituïdes per cèl·lules igual que els insectes.

Van sembrar diversos tipus de plantes en testos iguals i amb la mateixa terra i van aplicar a diferents mostres de plantes insecticides que es poden comprar a les botigues. A algunes plantes no els van aplicar cap mena d'insecticida (prova control). Van identificar les variables independent i dependent i van valorar els resultats mesurant el creixement i el pes final de les plantes, tot comparant el creixement entre elles i els controls. Van tenir molt en compte de fixar altres variables com la llum, la temperatura i la humitat a què tenien les plantes. En aquest cas, no van observar diferències molt clares entre les plantes, la qual cosa els va portar a refutar la hipòtesi. Posteriorment van pensar que potser els insecticides no afectaven el creixement, però això no vol dir que no tinguessin altres efectes nocius que no havien pogut observar.

Finalment, cal dir que el desenvolupament del projecte SGLAB ens ha permès tenir alumnes, a batxillerat i cicles formatius, que han treballat amb el mètode científic experimental a cada curs des de la primària; per tant, porten un total de set anys fent recerques. Són alumnes que saben fer ciència i comunicar-la perquè ho han conegut i treballat durant prou temps perquè formi part del seu «bagatge» personal.

Projecte Science Research

L'objectiu principal del projecte Science Research és donar una visió actual del món de la ciència i la investigació als alumnes de batxillerat.

Cal allunyar-nos de la idea de «recepta» que sovint tenen les pràctiques de laboratori i fer un plantejament més reflexiu i experimental.

Posem èmfasi a: comprendre el mètode científic, saber distingir entre una variable independent o dependent, ser-ne prou conscients per determinar en quins moments no s'ha seguit el mètode experimental de manera correcta, plantejar preguntes i respondre-les d'una manera crítica, ser capaços d'entendre la importància de la biologia i la química en el món, i preguntar-nos com seria un món sense els avenços científics. Tot això amb l'afegit d'aprendre el vocabulari bàsic en llengua anglesa per moure's en un laboratori tant des del punt de vista de l'oral com de l'escrit.

El grup de científics hi dedica dues classes seguides setmanals, a repartir entre les matèries de química i biologia. Els alumnes treballen per parelles.

Algunes activitats experimentals que treballem són:

- *Design your own experience*: en aquesta activitat els alumnes han de proposar una investigació, fer tot el disseny experimental i explicar com farien la recollida de dades, així com les conclusions.
- *Relationship of gas temperature and volume*: es tracta de determinar experimentalment la relació entre el volum i la temperatura d'una massa de gas fixada a pressió constant.
- *What type of milk of the same brand is better to make yogurt?*: activitat en la qual es posa èmfasi a saber dissenyar l'experiment i identificar les variables.
- *Tobacco substances*: descobrir experimentalment els perills de fumar simulant uns pulmons i fer recerca sobre les substàncies que conté una cigarreta.
- *Osmotic phenomena lab*: descobrir l'osmosi amb patata i ceba fent ús dels microscòpics.
- *Solutions preparation*: preparar solucions d'una determinada concentració (incloses dilucions) amb el material específic del laboratori.
- *Calorimeter*: els alumnes dissenyen un calorímetre que posteriorment han de construir i utilitzar per comprovar aspectes teòrics sobre el tema de l'energia calorífica.
- *Extracting DNA from a banana*: experiència en la qual l'objectiu és obtenir una mostra significativa de DNA a partir de cèl·lules del plàtan.

A part del treball experimental obrim debats i fòrums relacionats amb l'ètica de la ciència. Desenvolupem també temes com l'ús d'embrions humans per a la investigació, animals per fer recerca, si hem de vacunar o no els nostres fills, etc.

Valoració final i perspectiva de futur

Els projectes presentats tenen dos elements clau que, a la meua manera de veure, són determinants: el primer és que són dos projectes de centre, articulats des d'una visió global i coordinada de tota l'escola, i el segon és que s'hi desenvolupen les competències científiques que necessiten els alumnes, posant aquests al centre del procés d'aprenentatge.

Per altra banda, i per finalitzar, cal dir que els resultats d'aprenentatge de la ciència obtinguts durant aquests darrers anys amb els nostres alumnes ens fan pensar que estem seguint una bona línia de treball, tot i que hem d'estar sempre oberts a incorporar les innovacions pedagògiques que de ben segur aniran apareixent en un futur.

Algunes fonts bibliogràfiques que poden servir d'inspiració

Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos en el marco STEM: Componentes didácticas para la competencia científica. *Àpice: Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42.

Ferrés-Gurt, Ll., Marbà, A. i Domènech-Casal, J. (2016). Características y resultados de la evaluación de la indagación científica en las pruebas de biología de acceso a la universidad. En C. Martínez Lozada i S. Garcia Barros (coord.), *28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: iluminando el cambio educativo* (p. 1055-1060). La Corunya: Universidade da Coruña.

Melina, A. (2016). *Educar mentes curiosas: La formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia*. Buenos Aires: Fundación Santillana. <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/IMG/pdf/web-1.pdf>.

Miró, M., Tarragó, M., Saperas, A., Tordera, R. M. i Domènech-Casal, J. (2016). Cinc experiències i reflexions metodològiques sobre l'aprenentatge basat en projectes a les ciències. *Ciències: Revista del Professorat de Ciències de Primària i Secundària*, 32, 27-37.

Sanmartí, N. i Màrquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Àpice: Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16.

Annex: exemple de calendari trimestral dels projectes de recerca

Curs 2016-2017			
Setembre	Octubre	Novembre	
1	1	1	
2	2	2	DADES
3	3	3	
4	4	4	INVESTIGACIÓ
5	5	5	
6	6	6	DOCUMENTAL
7	7	7	
8	8	8	ANÀLISI
9	9	9	I
10	10	10	CONCLUSIONS
11	11	11	DISSENY
12	12	12	
13	13	13	EXPERIMENTAL
14	14	14	
15	15	15	CONGRÉS
16	16	16	PRESENTACIÓ
17	17	17	RECERQUES
18	18	18	
19	19	19	EXPERIMENTACIÓ
20	20	20	
21	21	21	
22	22	22	
23	23	23	
24	24	24	
25	25	25	RECOLLIDA
26	26	26	
27	27	27	DE
28	28	28	
29	29	29	
30	30	30	
	31	31	

FONT: ELABORACIÓ PRÒPIA.

Per citar aquest article:

Selva, D. (2019). Recerca en ciència a l'escola: una reflexió sobre la recerca científica a l'Escola Sant Gervasi. *Revista Catalana de Pedagogia*, 15, 161-173.

Publicat a <http://www.publicacions.iec.cat>