

## Fem de científics matemàtics a l'aula

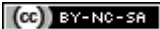
**Paula López Serentill<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> INS Sant Feliu de Guíxols, 17220 Sant Feliu de Guíxols, paula.lopez.serentill@gmail.com

### Resum de la comunicació

En aquesta comunicació s'explicarà com es du a terme el laboratori matemàtic amb alumnes de secundària. Un dia a la setmana, els alumnes a l'aula de matemàtiques es transformen en científics matemàtics. Seguint el mètode científic, duen a terme investigacions relacionades amb els continguts matemàtics que s'estan treballant. A partir d'un objectiu i recurs de suport, han de mirar de contestar les preguntes d'investigació formulades. Primer han de fer hipòtesis, després investigar, manipular i experimentar per extreure uns resultats i finalment redactar unes conclusions que donin resposta a les preguntes inicials. Amb aquesta metodologia es pretén, per una banda, sistematitzar la utilització de recursos i treballar els continguts matemàtics d'una forma vivencial. Per altra banda, es vol aconseguir que els alumnes coneguin el mètode científic per tal que treballin en rigor seguint una metodologia i pautes d'investigació.

**PARAULES CLAU:** laboratori matemàtic, mètode científic, investigacions matemàtiques.

Aquests materials estan sota una llicència  
Creative Commons 4.0 Internacional del tipus 

## 1. Presentació i contextualització

Des de fa anys s'ha fet evident la necessitat de treballar les matemàtiques d'una forma més vivencial a partir de contextos reals (Reeuwijk, 1997; Garfunke, 1999; Romero, 2004; Català, 2008) així com fer us de diferents recursos i materials de suport i diversificar, en la mesura del possible, les tasques proposades als alumnes així com la metodologia emprada per part del professorat. En el currículum vigent i en diferents documents d'ordenació curricular com el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) o el Common Core State Standard Initiative (CCSSI), també s'indica aquesta necessitat.

Però la realitat és que, com a professora de matemàtiques de secundària, tot i ser plenament conscient de la riquesa i importància de treballar amb recursos i materials, tot variant la metodologia clàssica de llibre de text i pissarra, se'm feia difícil incorporar-ho en el meu dia a dia de forma sistemàtica, i acabava recorrent a ells de forma puntual i anecdòtica. És per això que, en les meves classes de segon d'ESO, em vaig plantejar obligar-me a utilitzar nous recursos i materials un cop per setmana. L'objectiu era treballar els mateixos continguts que s'estaven explicant en aquell moment a l'aula però intentant fer-ho d'una forma més vivencial, amb contextos reals per tal que els alumnes poguessin veure una aplicació directa del que estaven aprenent a matemàtiques.

Seguint les idees del projecte Pisa (OCDE, 2003), crec que s'hauria d'intentar potenciar que els alumnes pensessin matemàticament, saber argumentar i usar tècniques matemàtiques i instruments per resoldre problemes del món real, saber *modelitzar*, és a dir, anar des del problema fora del món matemàtic a la seva formulació matemàtica i a l'inversa (Pollak, 1997). Una manera de que els alumnes *modelitzin* és realitzant petites investigacions, que siguin ells que descobreixin propietats, pautes, regularitats matemàtiques i les usin per donar resposta a les preguntes d'investigació. D'aquesta manera l'aprenentatge serà més durador i significatiu ja que aquest tipus de metodologia fomenta la implicació dels alumnes i la participació activa durant tot el procés així com la adquisició de les tècniques i processos matemàtics necessaris per poder modelitzar problemes de la vida real (Mason, 1996).

Però si volem que els alumnes arribin allà on volem i treballin els continguts desitjats, tant la utilització de recursos a l'aula com la realització de petites investigacions, cal que tinguin unes pautes d'actuació. És des d'aquesta perspectiva que em vaig plantejar la utilització del mètode científic com a metodologia didàctica en els laboratoris matemàtics. D'aquesta manera, es dona rigor i ordre al treball realitzat. A demés, crec que és idoni per dur a terme petites investigacions a l'aula ja que, per definició, el mètode científic és el conjunt de tècniques per investigar fenòmens, adquirir nous coneixements o corregir i integrar coneixements previs permetent reunir dades a partir de l'observació i l'experimentació i a partir de les quals es poden formular teories.

## 2. Laboratori matemàtic

Durant tot el curs de segon d'ESO, una hora a la setmana (sempre el mateix dia), a matemàtiques els alumnes i jo ens transformàvem en científics matemàtics i ens endinsàvem al que vam anomenar *Laboratori matemàtic*.

Els objectius principals d'aquesta proposta eren:

- Treballar d'una forma vivencial i pràctica aquells continguts curriculars que s'estaven veient a l'aula ordinària o que es veurien (com a introducció al tema següent). Per tant sempre s'intentava que el laboratori fos del tot pràctic i contextualitzat a poder ser en un entorn proper a l'alumnat.
- Utilitzar diferents recursos i estratègies metodològiques dins l'aula de forma contínua i no anecdòtica. Per això es realitza cada setmana i s'intenta que cada laboratori sigui diferent, tant en nombre d'alumnes per grup, en l'espai on transcorre el laboratori, en la temporització, com en el tipus de material i recurs emprat.
- Que els alumnes s'acostumessin a realitzar petites investigacions de caire més obert i experimental. D'aquesta manera són ells els que han de prendre decisions, organitzar-se, provar, equivocar-se i tornar a pensar en un nou camí o estratègia, veient que hi ha més d'una manera de resoldre els problemes.
- Que els alumnes aprenguessin el funcionament del mètode científic, sent curiosos, precisos i seriosos en la feina duta a terme i entenguin la manera de treballar dels científics i investigadors.

Els diferents laboratoris que s'han fet a segon d'ESO i els continguts curriculars relacionats amb els laboratoris es mostra a la taula següent:

Contingut	Laboratori
Potències i arrels	Quadrats perfectes i arrels amb sugus
Potències i nombres grans	Arribem a la lluna doblegant paper
Fraccions	Fraccions doblegant paper i tangram
Operacions amb fraccions	Fraccions amb ampolles d'aigua
Nombres decimals	Els nombres decimals ens envolten
Sistema sexagesimal	La vida en 360°
Loteria de Nadal	Sabem a què juguem quan juguem a la loteria?
Identitats notables	Demostrem les igualtats notables amb paper
Equacions	Resolem equacions amb balances
Àlgebra	Rap matemàtic
Teorema de Thales	Quan mesura el nostre institut d'alt?
Proporcionalitat	Fem d'arquitectes
Cossos geomètrics	Com són els edificis més emblemàtics del món?
Desenvolupaments plans	Desmuntant i muntant caixes de cartó
Perímetres i àrees	Perímetres i àrees amb el geopla
Coordenades cartesianes	Coordenades amb el geoplà
Probabilitat	Joc d'obstacles de probabilitats

Taula 1. Contingut treballat a cada laboratori

A continuació explicaré en més detall el funcionament del laboratori, el tipus d'activitats realitzades, l'avaluació i algun exemple.

#### a. Metodologia

Cada vegada que toca laboratori, entro a classe amb bata blanca com a una científica matemàtica. D'aquesta manera, els alumnes saben que farem laboratori i que tots ens

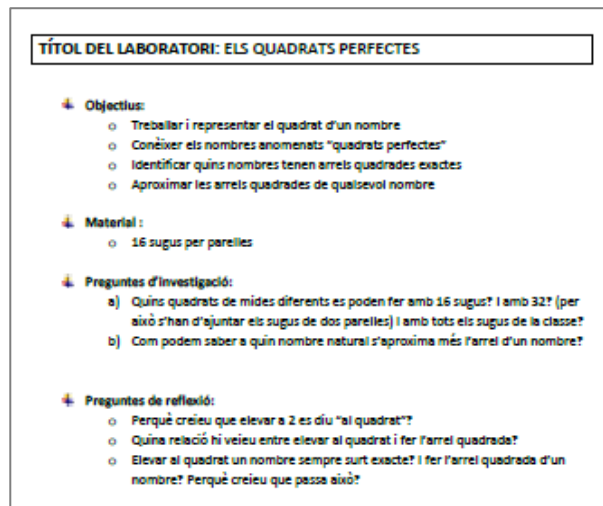
transformem amb científics matemàtics. El primer dia se'ls hi explica en què consistirà el laboratori matemàtic i els passos del mètode científic.

Els alumnes disposen d'una llibreta per les hores de laboratori on enregistren tots els passos que realitzen durant el laboratori, així com els resultats i conclusions de la seva investigació.

Cada vegada que comencem un nou laboratori, se'ls hi proporciona un petit guió que consta de:

- Títol del laboratori
- Material del que disposen
- Temporització i agrupació
- Objectius del laboratori
- Pregunta o preguntes d'investigació
- Preguntes finals de reflexió

En la imatge següent es pot veure un exemple del guió d'un laboratori:



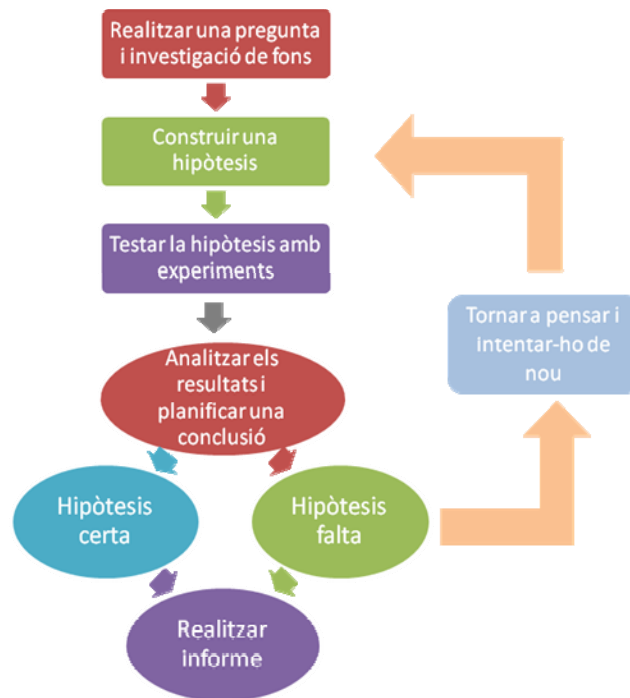
Imatge 1. Exemple de guió de laboratori

Durant els laboratoris sempre es treballarà en grup, tot i que el nombre de components pot variar. Al començament del curs els alumnes s'agrupen en parelles per treballar conjuntament en els laboratoris, aquestes parelles seran fixes durant tot el curs. Segons el laboratori que toqui, pot ser que s'hagin d'agrupar dues parelles o més. La temporització també dependrà del laboratori, hi ha laboratoris que duren només una hora, altres dues i alguns tres.

Durant el laboratori, el professor només fa de guia, donant petites indicacions però mai indicant els passos explícits ni responent directament la pregunta d'investigació. Seguint el procés del mètode científic, primerament els alumnes hauran d'anotar totes les seves hipòtesis inicials sense fer us del material o recurs disposat. Seguidament, amb ajut del recurs, els alumnes faran totes les proves i càlculs que creuin necessaris i anotaran els resultats trobats.

Al finalitzar el laboratori, cada alumne, de forma individual, redacta a la seva llibreta de laboratori un resum del que s'ha fet així com les conclusions a les que han arribat, intentant respondre a les preguntes inicials plantejades i a les preguntes finals de reflexió.

A la imatge següent es mostra el procés complet del mètode científic:



Imatge 2. Passos del mètode científic

A cada laboratori també s'enregistra amb imatges o petits vídeos la feina feta per part dels alumnes. Al acabar cada laboratori, una parella d'alumnes és l'encarregada de redactar acuradament el resum del laboratori realitzat i penjar-ho al bloc de l'aula del laboratori matemàtic amb les fotografies o enregistraments fets durant tot el procés. Deixo l'adreça del bloc perquè es pugui veure el resultat final: <http://blocs.xtec.cat/laboratorimatematiques2eso/>

### b. Materials i recursos

Com ja s'ha dit anteriorment, uns dels objectius del laboratori matemàtic és fer us de diferents recursos i materials per treballar els continguts matemàtics curriculars. S'ha intentat que aquests recursos fossin el més diversos possibles, des de jocs i material explícit per treballar matemàtiques, a objectes de vida quotidiana, l'entorn més proper, el propi cos, recursos multimèdia o recursos digitals.

En la mesura del possible s'intenta que els alumnes s'impliquin també en la tria, cerca i/o elaboració dels recursos. Per exemple, tot i disposar al departament de matemàtiques de diferents ampelles d'aigua o caixes de cartó, si n'havíem d'usar al laboratori, es demanava als alumnes que en portessin. O amb l'ajuda del departament de tecnologia, els propis alumnes han construït tàngrams, geoplans i cubs que posteriorment han utilitzat al laboratori matemàtic. D'aquesta manera l'alumne és més participatiu en la preparació del laboratori, se'l fa més seu i és més cuidadós a l'hora de fer-ne us.

A continuació es mostren algunes imatges de diferents laboratoris per tal que es vegi la diversitat de recursos i metodologies emprades:



Imatge 4. Diferents exemples de recursos emprats als laboratoris

### c. **Avaluació**

Crec que és important que tota tasca que fem a l'aula amb els alumnes, consti d'una part d'avaluació, d'aquesta manera diversifiquem també el procés evolutiu. A més, considero que, si no s'avaluen certes tasques com el laboratori, però fem exàmens per avaluar el contingut curricular, estem donant als alumnes una percepció errònia de la importància que donem a unes tasques respecte les altres. El fet d'avaluar la tasca duta a terme durant els laboratoris matemàtics, és una manera que els alumnes entenguin que forma part de la tasca diària de matemàtiques, igual que els problemes i exercicis realitzats a les altres hores i que els professors li donem tanta o més importància com a les demés tasques.

Una vegada justificada la importància d'avaluar el laboratori matemàtic, explicaré com es du a terme aquesta avaluació. Es tenen en compte diferents aspectes:

- Revisió de la llibreta del laboratori: es revisa que estigui explicat cada laboratori, indicant les preguntes d'investigació, hipòtesis, resultats i conclusions així com el resum corresponent.

- Publicació del bloc: valoració de la publicació al bloc del laboratori que li toqués a cada parella d'alumnes.
- Participació i comportament en cada sessió de laboratori.
- Qüestió a la prova de continguts: a cada examen de continguts, hi havia com a mínim una qüestió relacionada amb el laboratori que s'havia dut a terme en relació als continguts avaluats.

### 3. Conclusions

Després de tot un curs duent a terme setmanalment el laboratori matemàtic, puc dir que s'han assolit plenament els objectius inicials que em plantejava amb aquest projecte. Tot i que en un primer moment no sabia si podria portar cada setmana un recurs diferent i que estigués relacionat amb el tema que s'estigués treballant a l'aula, m'ha sigut més fàcil del que em pensava i ha sigut la manera de descobrir, inventar i compartir infinitat de recursos, tenint feina moltes vegades a decidir quin triar cada vegada.

Una altra por que tenia era la falta de temps per poder fer tot el currículum marcat ja que ho havia de fer amb una hora menys a la setmana. Però m'he adonat que l'hora que dedicava al laboratori, no era per res desaprovechada si no tot el contrari. Els laboratoris han sigut molt útils per ajudar als alumnes a la comprensió dels continguts treballats a l'aula i jo he pogut posar d'exemple el que s'havia fet al laboratori per parlar i explicar nous continguts o consolidar els que ja s'havien explicat.

Els alumnes esperaven cada setmana el laboratori, mostrant interès i curiositat pel que s'anava a fer tot i que els hi costava força relacionar i utilitzar el que estaven fent a les altres hores de matemàtiques amb el que feien al laboratori. El que els hi ha sigut més carregós i no els hi ha agradat tant ha sigut haver de deixar constància de forma acurada de tot el que es feia a la llibreta del laboratori, però crec necessària aquesta feina per tal d'ordenar i sintetitzar la feina que han fet i posar en clar els resultats obtinguts i coneixements adquirits.

Treballar seguint els passos del mètode científic ha anat bé per tal que, tot i ser molt diferents els laboratoris, tenir un guió de treball i una metodologia comú, d'aquesta manera els alumnes ja sabien el funcionament i dinàmica de l'hora de laboratori.

### 4. Bibliografia

Català, C. A. (2008). Geometría y realidad. *Sigma: revista de matemáticas= matematika aldizkaria*, (33), 165-179.

Garfunke, S., Doran, J. L., & Rodríguez, E. H. (1999). *Las matemáticas en la vida cotidiana*. Universidad Autónoma de Madrid.

Mason, J. (1996). Resolução de problemas matemáticos no Reino Unido: Problemas abertos, fechados, e exploratórios. En Abrantes, P; Leal, L.C; POnite, J.P (eds.): *Investigar para aprender Matemática*. Lisboa. Pp. 73-88.

Pollak, H. O. (1997). *Solving problems in the real world* (pp. 91-105). Why Numbers Count: Quantitative Literacy for Tomorrow's America, New York: The College Board.

Reeuwijk, M. Van (1997). Las matemáticas en la vida cotidiana y la vida cotidiana en las matemáticas. *UNO: Revista de didáctica de las matemáticas*, (12), 9-16.

Romero, L. R. (2004). Evaluación de competencias matemáticas: proyecto PISA/OCDE 2003. In *Investigación en educación matemática: Octavo Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM): A Coruña, 9-11 septiembre 2004* (pp. 89-102). Servicio de Publicaciones.