

ENDINSANT-SE EN LA INDAGACIÓ

Eick, Charles, Meadows, Lee i Balkcom, Rebeca. "Breaking into inquiry", *The Science Teacher*, octubre, 2005.

Resum traduït i adaptat per Antonio López, amb exemples modificats d'acord amb el context català. Febrer 2007.

Un currículum basat en la indagació demana que el professorat dissenyi experiències que introdueixin als estudiants als fenòmens científics a través de l'observació directa, l'obtenció de dades i l'anàlisi d'evidències. Reemplaçar les rutines habituals i els mètodes convencionals per la indagació pot semblar intimidatori: impredecible, menys estructurat, més difícil de manejar i més car.

És possible, però, preparar uns bastiments previs apropiats, que facilitin una transició suau d'un a metodologia a una altra. Els professors que estan considerant introduir aquesta metodologia per primera vegada poden aplicar variacions progressives en el grau d'indagació, depenent de les necessitats i nivell dels alumnes. La taula 1 descriu com es pot construir una acomodació progressiva al procés d'indagació, des d'entorns altament estructurats i dirigits pel professor, a entorns menys estructurats centrats en la iniciativa dels alumnes.

En aquesta taula s'exposen quatre diferents nivells de variació basats en els diferents graus d'implementació de les cinc característiques essencials del procés d'indagació:

1. Plantejament de preguntes científicament orientades
2. Priorització de les evidències,
3. Elaboració d'explicacions basades en l'evidència,
4. Connexions de les explicacions amb el coneixement científic,
5. Comunicació-argumentació dels resultats.

El procés comença per activitats d'indagació estructurades i dirigides pel professor (nivell 1, a la dreta de la taula) i es va movent-se cap a entorns més oberts, centrats en l'activitat dels alumnes (nivell 4, a l'esquerra de la taula).

Nivell 1 (Columna 5)

Les variants més dirigides són ideals per a professors que comencen a endinsar-se en la pràctica de la indagació perquè poden ser fàcilment incorporades en els currículums existents i en les estratègies d'aproximació didàctica preferides. El nivell 1 significa la introducció de les dues primeres característiques essencials de la indagació: **Plantejament de preguntes científicament orientades** i **priorització d'evidències en l'elaboració de respostes**. En aquest nivell, caldria que els alumnes es centressin en una

pregunta rellevant de caire científic, que respondrien basant en dades subministrades pel professor

Taula 1: Característiques essencials del procés d'indagació i variacions en el nivell d'implicació de l'alumne

Fases	nivell			
	4	3	2	1
Planteja preguntes científicament orientades	Elabora les preguntes	Selecciona entre diferents preguntes i en fa de noves	Matisa o clarifica preguntes fetes pel professor, els materials didàctics o altres fonts	Parteix de preguntes plantejades pel professor, els materials didàctics o d'altres fonts.
Dona prioritat a les evidències en les respostes.	Reconeix les evidències entre totes les dades que té i les recull	Es orientat a recollir unes dades determinades	Se'l demana que analitzi unes dades	Se li subministren unes dades i se li diu com analitzar-les
Formula explicacions basades en evidències	Formula explicacions després de sumaritzar les evidències	Es guiat en el procés de formular explicacions a partir de les evidències que ha obtingut	Se li donen possibles vies per a usar les evidències per a formular explicacions	Se li expliquen les evidències
Connecta les explicacions amb el coneixement científic	Examina independentment altres recursos i els relaciona amb les explicacions	Es dirigit cap a àrees i fonts d'informació científica per a que cerqui les connexions	Se li expliquen les connexions possibles amb la ciència	Se li expliquen les connexions possibles amb la ciència
Comunica i argumenta els resultats	Edifica una argumentació lògica i racional per a comunicar els resultats	Es ensinistrat per a desenvolupar arguments	Se li donen unes pautes generals per a preparar la comunicació	Li són explicats els passos i els procediments a seguir en la comunicació

Més

Grau d'autonomia

Menys



Menys

Grau de direcció

Més

L'objectiu d'aquesta primera aproximació es comprendre la importància de l'evidència i utilitzar les dades per a inferir o explicar els principis científics que ja s'estan estudiant a la classe.

Aquesta aproximació contrasta amb la dels llibres de text tradicionals, on les evidències usades per a argumentar les explicacions científiques no apareixen. Els professors trobaran que l'ús de preguntes estimulants i evidències reals mourà als alumnes des d'un món teòric del tradicional llibre de text de ciències al món concret de dades reals sobre preguntes reals

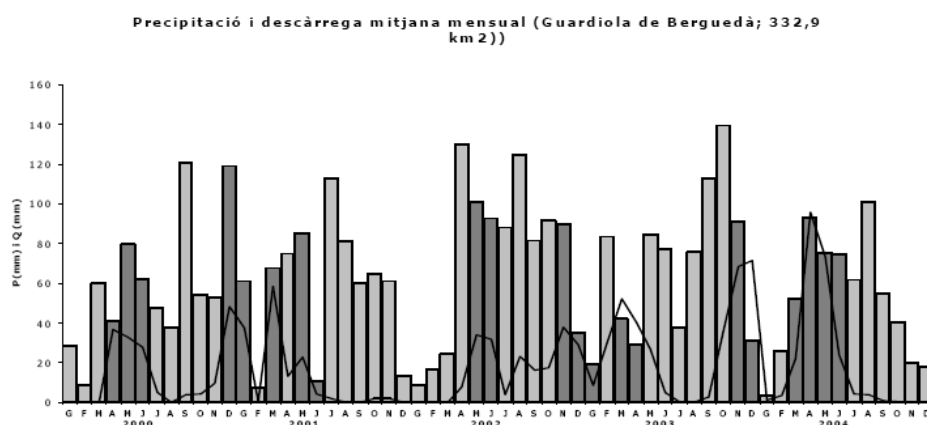
A aquest nivell n'hi hauria prou amb un full de treball que contingui les dades necessàries per ajudar als alumnes a pensar de la manera que ho fan els científics quan analitzen dades lligades al contingut de la seva recerca. Internet és un bona font de dades autèntiques freqüentment dissenyades per l'ús científic. Les dades poden procedir d'instrumentació científica directament connectada a la xarxa en temps real o de científics que les seves dades posen a disposició dels altres.

Exemple de nivell d'indagació 1

1. La manca de pluja (o l'excés) explica el canvi en el flux hidrològic?

ANY	2000	2001	2002	2003	2004	MITJANA
P(mm)	709,41	700,49	876,56	831,78	617,40	747,13
Q(mm)	168,43	142,25	202,37	344,35	228,99	217,28
C	0,24	0,20	0,23	0,41	0,37	0,29

Taula.5. Precipitació i cabal total mesurats a l'estació de Guardiola de Berguedà



El alumnes examinen les dades representades i expliquen si la relació entre precipitacions i flux hídric és immediata o evident o, pel contrari, existeixen altres factors (retenció en forma de neu, pèrdues per escorrentia superficial davant de pluges torrencials, etc.)

El professor proporciona dades sobre el model estacional de les precipitacions i del règim hídic de la conca en qüestió i estableix les connexions corresponents amb les respostes dels alumnes.

2. Pere vol construir una casa a Catalunya. Ha de tenir en compte el risc sísmic?

Hem demanat que l'alumne, sota el guiatge del professor, realitzi un procés d'investigació a partir d'una font de dades instrumentals com és la xarxa sísmica de l'Institut Geològic de Catalunya (<http://www.igc.cat>), a la qual tenim accés pràcticament en temps real.

Entre les sèries de dades que s'ofereixen, seleccionem de les següents, (no oblidem que en aquest nivell es tracta d'un procés dirigit)

- Mapa d'epicentres període 1986-2000 (ens dona una idea de la distribució del risc)
- Atlas sísmic de Catalunya: catàleg de sismicitat, taula Excel d'epicentres macrosísmics.
- Document *Terratrèmols del 1427-28 a Catalunya: vestigis històrics i contexte geològic*.

El alumnes presentaran les seves conclusions a partir de les evidències observades. El professor efectuarà les connexions amb la ciència bàsica (models tectònics, mapes sísmics del mediterrani, etc.)

Nivell 2 (Columna 4)

El segon nivell en l'assoliment del procés d'indagació implica un treball experimental. Les experiències haurien de modelar un fenomen científic o mostrar algun principi en acció. S'introdueixin preguntes que condueixin el procés d'observació. Es procura que els alumnes segueixen la seqüència predicció-observació-explicació (P-O-E) Experiments de resultats inesperats o sorprenents poden ser particularment útils.

En alguns experiments, les dades poden ser recollides pels alumnes, que presenten les seves conclusions a la classe. El professor actua de guia i garanteix que les explicacions són lògiques i consistents amb l'evidència observable.

El professor assenyala les connexions entre els fenòmens observables i els principis científics que hi ha al darrera. En aquest pas, però, el professor ha de parer compte en ajudar els alumnes a pensar, més que en desvetllar el veritable sentit de l'experiment sense donar valor al seu treball.

Aquesta aproximació s'endinsa en el mètode tot incorporant una altra dels les cinc característiques essencials de la indagació: **la formulació d'explicacions basades en les evidències obtingudes**. Pels estudiants aquest pas es crític pel desenvolupament d'habilitats del pensament i per comprendre com les idees científiques estan dirigides per evidències. Pels

professors, ajuda a fer la transició d'una classe centrada en el professor a un altra on els alumnes comparteixen el lideratge intel·lectual.

Exemple de nivell d'indagació 2

Quin és el millor tipus d'aïllament per a mantenir un líquid calent?

- Demanem als estudiants que anticipin si serà més eficient un recipient de vidre o un de polipropilè (styrofoam).
- Omplim gots de diferents materials amb aigua calenta i registrem les temperatures en intervals de 10 minuts.
- Els alumnes enregistren les dades, les representen gràficament, comparteixen els resultats i elaboren una conclusió.
- El professor vincula les explicacions dels alumnes als principis científics sobre conservació i conducció del calor en materials específics.

Nivell 3 (Columna 3)

En aquest nivell, els professors poden conjugar experiments dirigits pel professors amb d'altres dissenyats pels alumnes. Ens endinsem més profundament en el mètode metodologia incorporant la 4^a característica del procés: **avaluar les seves explicacions i connectar-les amb el coneixement científic.**

L'aproximació iniciada amb l'estratègia P-O-E (nivell 2) prossegueix demanant als estudiants que consultin textos científics, sovint el mateix llibre de text, per a explicar el fenomen estudiat o els principis aplicats en l'experiència. Recorre a la literatura relacionada és el que els científics fan per a informar les seves idees i preparar recerques posteriors.

Després de llegir els textos científics, els alumnes revisen les seves idees en base als escrits i comparteixen aquestes revisions amb la classe. El professor proposa la formulació d'hipòtesis. A continuació els equips d'alumnes han de comprovar les seves hipòtesis cercant ells mateixos els materials necessaris, les dades a extreure i el mètode per analitzar les dades. El professor que vulgui una aproximació més estructurada pot assignar ell mateix les hipòtesis, els materials i els procediments. En aquesta fase, els professors podrien obrir un debat sobre la manera en la que els científics treballen per a acceptar o refutar les seves hipòtesis, o per què una sola dada que afirmi la hipòtesi no la valida.

Després de comprovar les seves hipòtesis els alumnes comuniquen els seus descobriments, indicant si les dades donen suport o no a les hipòtesis de treball. El professor podria fer que els alumnes presentin les seves idees de manera formal, usant projectors, pòsters, presentacions P.point, etc. Després de les presentacions els professors connecten el que els estudiants han

après de les seves indagacions amb el coneixement científic o la comprensió dels principis implicats.

Incorporar l'avaluació de les conclusions al procés d'indagació implica l'ús d'habilitats de pensament elaborades i complexes. Els estudiants han d'examinar múltiples explicacions per cada evidència i han de determinar quina té major poder explicatiu. Sovint trobaran que cal realitzar experiments addicionals abans de finalitzar una explicació satisfactòria. Si arribem a aquest nivell, ens podem sentir satisfets de veure que els estudiants s'endinsen en l'autèntica natura indagatòria de la ciència.

En gairebé qualsevol demostració d'un fenomen científic o principi es podria aplicar un procés d'indagació centrat en l'activitat dels alumnes i dirigit per ells, que els permeti comprendre més profundament el concepte sota estudi.

Exemple de nivell d'indagació 3

Partim d'una experiència clàssica: col·loquem invertida una ampolla de boca ampla de vidre [els recipients de suc de fruita d'1 litre funcionen bé] sobre una vela encesa emplaçada en una safata plena d'aigua. Observem el que s'esdevé [primer surten bombolles d'aire de l'ampolla a la safata, però immediatament penetra aigua de la safata a l'ampolla invertida, mantenint-se la columna per damunt del nivell hidrostàtic]

Hipòtesis o explicacions [les han de formular els alumnes]

- L'oxigen consumit en la combustió deixa un buit relatiu que és reemplaçat per aigua
- La pressió dins de l'ampolla s'incrementa al començament degut al calor procedent de la flama, expulsant bombolles d'aire fora del recipient. Quan la vela s'apaga i la temperatura disminueix, la pressió interior també disminueix i l'aigua passa – forçada per la pressió atmosfèrica – de la safata a l'ampolla

Lectures de textos científics

Els alumnes cerquen en el seu llibre de text o en altres fonts "literatura" científica relacionada amb el fenomen. Llegeixen passatges sobre les lleis dels gasos i la combustió i revisen les seves idees inicials

Contrast de la hipòtesi

Els alumnes suggereixen contrastar la hipòtesi de l'oxigen o la de la pressió utilitzant diferents tipus de velles i variant el volum i la forma de l'ampolla o el nivell d'aigua en la safata, entre d'altres.

Experimentació

Diferents grups d'alumnes s'encarreguen de comprovar diferents hipòtesis amb els materials i dissenys disponibles. Prenen dades sota la supervisió del professor. Cada equip presenta les seves conclusions en termes d'acceptació o refutació de la seva hipòtesi inicial. El professor utilitza aquests resultats per realitzar connexions explícites amb les lleis dels gasos.

Nivell 4 (Columna 2)

Arribem a formes d'indagació en les quals els mateixos alumnes plantegen les preguntes d'interès, desenvolupen els mètodes per a cercar les respostes i generen dades per l'anàlisi. Aquest nivell pot significar un repte per professors i alumnes que són nous en això de la indagació.

Aquest nivell final introdueix la cinquena característica del procés d'indagació: **els alumnes comuniquen i justifiquen les seves conclusions.**

Aquesta estratègia es fa possible si existeix algun tipus de procés que generi algun disseny experimental fet pels alumnes, tipus fira de la ciència o algun projecte similar [en el cas del sistema educatiu català, aquí podríem encabir els treballs de recerca del batxillerat, en tant que culminen amb un acte de comunicació-justificació de les conclusions]

Amb la guia del professor els estudiants escullen el seu propi tema de recerca, revisen i llegeixen la literatura rellevant, dissenyen el procés experimental, analitzen les dades i presenten els resultats.

Els alumnes experimentats en la pràctica de la indagació al llarg de l'any estan més ben preparats per produir projectes d'alta qualitat que els que simplement han rebut l'encàrrec sense experiència prèvia en indagació.

Aquesta fase del procés d'indagació, però, requereix que els alumnes treballen fora de l'aula al temps que el currículum escolar avança, la qual cosa implica també un treball de tutorització addicional per part del professor.