

Les narratives en el projecte «Ciències 12-16»

Mercè Izquierdo Aymerich

*Departament de Didàctica de les Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona*

INTRODUCCIÓ

Un dels problemes de l'ensenyament de les ciències és que els alumnes aprenen paraules i símbols que després no saben aplicar a la seva vida de cada dia, perquè no comprenen que es refereixen a conceptes «pràctics», sorgits de la intervenció humana en uns determinats fenòmens i amb la finalitat d'aconseguir quelcom. Això passa, probablement, perquè es presenta la ciència de manera dogmàtica, com si fos un conjunt de veritats sobre el món les quals han de ser expressades i comunicades amb unes determinades paraules, tot i que aquestes potser no s'entenguin.

Les ciències, presentades així, són àrides, difícils i poc atractives per a la majoria de la gent. A més a més, no contribueixen a l'educació dels nois i les noies que van a l'escola, que les veuen com a quelcom extern a ells, com si les ciències no fossin fetes per persones reals, amb objectius humans triats lliurement; tampoc no s'adonen que la intervenció experimental en els fenòmens del món pot tenir conseqüències diverses sobre les quals tots tenim molt a dir. Cal, per tant, intentar que els alumnes de les escoles «facin ciències», que les visquin; i, per a aconseguir-ho, les ciències s'han de presentar d'una manera diferent de com es fa, encara, en els llibres de text i en els centres escolars, en els quals no es treballa al laboratori ni es fan sortides al camp.

El projecte «Ciències 12-16» va ser dissenyat amb la intenció d'oferir un model de ciència a l'escola adequat al desenvolupament de competències de pensament científic a partir del treball experimental, la reflexió, la lectura de textos escollits i l'escriptura de resums i informes en els quals les idees discutides poguessin ser reconstruïdes pels estudiants en acabar cada un dels temes. Volíem que, a l'escola, es dugués a terme una activitat científica genuïna i, per a fer-ho possible, ens calia identificar aspectes comuns entre la ciència dels científics i la

ciència que poden fer els alumnes. Tot i que són molt diferents, totes dues han de ser «racionals» (segons el concepte modern de *racionalitat moderada*, que compta amb els sistemes de valors que fan que tota l'activitat humana, i també la ciència, tingui una finalitat i sigui el fruit de la capacitat de prendre decisions) i, alhora, raonables (perquè les seves afirmacions són respostes a preguntes amb sentit, que s'elaboren de manera argumentada i convincent i que es revisen quan cal) (Izquierdo, Cabello i Solsona, 1994; Izquierdo i Aliberas, 2005).

Una important diferència entre la ciència dels científics i la ciència escolar és que no tenen la mateixa finalitat, i justament la finalitat és la que garanteix que l'activitat humana sigui racional. Com podem organitzar activitat científica a classe de manera que tingui una finalitat que els alumnes puguin apropiar-se i que, per al professor, sigui alhora educativa i pertinent per a aprendre ciències? La solució és que els temes que es tractin es puguin entendre i raonar, siguin prou oberts per a deixar un espai a la reflexió i a la presa de decisions i es presentin amb una retòrica que convidi els alumnes a «entrar» en el tema, tant pel que fa a la manera d'abordar-lo (relacionant el pensament teòric propi de les ciències amb la pràctica experimental) com per la valoració dels resultats que volen obtenir (comptant que també esperen tenir èxit en els exàmens).

Amb tot això, les ciències escolars deixen de ser «el contingut d'un llibre» i passen a ser un *discurs* que es produeix en un context determinat (l'escola, en un país concret i en una època amb els seus propis problemes a resoldre i amb reptes de futur específics) per a arribar a establir determinats «models teòrics» que proporcionen la manera de veure el món que, ara com ara, ens permet intervenir en la natura amb un cert control. Això no significa que no calguin llibres de ciències a l'escola, sinó tot el contrari; vol dir que els llibres s'han de poder entendre i han de proporcionar exemples de bones argumentacions, de bones preguntes, de bons dissenys experimentals i no només definicions de les entitats científiques que, se'ns diu, són les que «existeixen realment», encara que no les arribem a veure.

LA CIÈNCIA EN ELS LLIBRES DE TEXT: PER QUÈ CONVENCEN, ELS LLIBRES?

L'estructura tradicional d'un text de ciències, fins fa pocs anys, és la d'un text expositiu que mostra una sèrie de «veritats» sobre els fenòmens del món d'una manera convincent. El projecte «Ciències 12-16» es va dissenyar amb l'objectiu que els alumnes i els professors, conjuntament, reconstruïssin a classe alguns aspectes de l'activitat científica. La història que s'explica llavors a la classe de ciències és una altra. La natura pren sentit en la mesura que es pot intervenir en ella, que formulem preguntes, que disposem del llenguatge adequat. Tot allò que han fet els artesans, que es fa a la cuina, que ha servit per a tenir cura de la salut de les

persones, que ha permès aprofitar el vent, els corrents d'aigua, el sol... per a estalviar esforç és rellevant perquè sigui estudiat en la ciència escolar entre els dotze i els setze anys. Per tant, aquest projecte necessitava llibres diferents, però també convincents.

Aquest «conflicte» ens ha portat a analitzar amb detall els llibres de text dels darrers anys. Ho hem fet des d'una perspectiva retòrica, seguint el treball d'Ogborn, Kress, Martins i McGillicuddy (1996), que han identificat l'estructura retòrica de les explicacions a classe dels professors de ciències. Segons aquests autors, els professors que intenten convèncer els seus estudiants que el que expliquen és veritat i és «racional i raonable» ho fan «explicant històries»: les narratives fan que allò que s'explica passi a formar part de la vida i dels interessos dels alumnes i, així, s'aprenqui i s'apliqui.

De la mateixa manera, nosaltres hem intentat esbrinar si els llibres de text expliquen també històries sobre el funcionament del món natural i, si és així, com ho fan. Hem analitzat tant el codi escrit com les imatges (diagrames, fotos, dibuixos, paisatges naturals...), perquè els llibres de text són «híbrids semiòtics» en els quals el mode lingüístic col·labora amb el visual (Lemke, 1998). Presento, a continuació, un resum d'aquesta recerca, perquè considero que pot connectar amb el tema que ara ens ocupa i que podria fer-ho encara més en el futur, si continuem treballant-hi conjuntament.

UNA RECERCA DEL GRUP LIEC

El grup LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències) de la UAB és un grup de recerca format per uns vint professors de secundària i d'universitat que es reuneix de manera regular, una vegada al mes, des de fa cinc anys.¹ Hem analitzat, entre tots, vint llibres de text escrits en els darrers deu anys. Hem dut a terme tres tipus d'anàlisi: una primera anàlisi de les estructures textuais (macro i microestructura i superestructura); una segona anàlisi del contingut factual, i una tercera anàlisi que unifica les altres dues i que ens ha permès caracteritzar la història que explica el llibre amb els indicadors que ens han proporcionat les dues primeres anàlisis.

En la primera anàlisi, hem deixat de banda els aspectes que tots els llibres de text tenen en comú i ens hem fixat només en tot allò que fa que siguin diferents:

- 1) Opinions sobre la ciència que permeten identificar «models de ciència».
- 2) Referències a l'activitat que s'espera fer.
- 3) Indicacions sobre el desenvolupament de la classe de ciències (sobre l'activitat que s'espera per part del professor).

1. Va rebre el Premi Rosa Sensat l'any 2003 pel llibre *Parlar i escriure per aprendre*.

Amb aquesta primera anàlisi, hem identificat la «comunicabilitat» del text (Potter, 1996).

En la segona anàlisi, ens hem fixat en dos aspectes:

- 1) Les referències als fenòmens que es presenten en els llibres, al tipus de «món» que s'hi presenta.
- 2) La manera de construir aquests fets en el text: els «actes de parla» (definicions, comparacions, deduccions...) (Austin, 1982).

Amb aquesta segona anàlisi, identifiquem la «factualitat» del text (Potter, 1996).

La tercera anàlisi ha estat possible a partir de les dues primeres i és la que més ens interessa, perquè ens ha permès identificar l'estructura retòrica global, narrativa, del text. En efecte, hem pogut establir relacions entre la comunicabilitat i la factualitat del text que són «convinents» perquè aconsegueixen «explicar una història o narració sobre el món natural» que no és sempre la mateixa, perquè depèn d'una intencionalitat de l'autor caracteritzada pel model de ciència, de professor i d'estudiant que ell proposa.

Per a poder identificar aquestes «històries», hem hagut d'identificar:

- 1) El narrador i l'audiència: qui narra i a qui?
- 2) Els elements d'autoritat: qui garanteix que el que es diu és important?
- 3) Els elements factuais que hi intervenen: què hi passa?
- 4) Els recursos utilitzats per a presentar els fets d'una manera científica: com s'han construït els coneixements científics en aquesta història?

Les relacions entre les tres anàlisis es mostren en la taula següent, en la qual apareixen els divuit indicadors que ens han permès caracteritzar les diferents narratives en els vint llibres que hem analitzat.

L'anàlisi de les imatges ha contribuït a donar significat a aquests indicadors. Per exemple, quan en un dels llibres es parla de la química del carboni, es presenta una noia jove amb un erlenmeyer ple d'un líquid verd, amb un fons de roques i de plantes. Aquests elements ens ajuden a caracteritzar una retòrica magistral confirmada per altres aspectes del llibre (un alumne col·laborador, un estil de classe transmissiu, construcció dels fets de manera deductiva, fets que fan referència als fenòmens de la naturalesa reproduïts al laboratori...). La història que explica el llibre és la del valor de comprendre com funciona la natura, de la possibilitat de fer-ho amb rigor i disciplina i que també les noies tenen accés a la ciència (Izquierdo, Márquez i Gouvea, 2006). La figura 2 d'un altre llibre ens mostra un «fet» que es pot considerar quotidià, però interpretat gràcies als símbols que s'hi sobreposen; en un altre cas, la figura 3 indica, millor que el text, la proposta de l'autor del fet que la classe sigui participada i que cal comptar amb la discussió entre els alumnes per a la construcció del coneixement escolar.

Amb aquests indicadors, hem pogut posar un títol a les històries que narren els llibres de text a partir dels experiments que seleccionen i de l'escenari en el

TAULA 1
Taula sistèmica dels indicadors

Comunicabilitat	I. Model de ciència	Afirmatiu	Dogmàtic 1	Narrador Audiència (1)	
			Magistral 2		
		Problemàtic	Dubte retòric 3		
			Dubte real 4		
	II. Model de lector	Distant	Deixeble 5		
		Proper	Collega 6 Col·laborador 7 Aprenent actiu 8		
	III. Model didàctic	Coherent	Descoberta 9 Transmissió 10 Constructivista 11		Elements d'autoritat (2)
		Incoherent	12		
Factualitat	IV. Fets dels quals es parla	Fenòmens	Reals 13	Elements factuals (3)	
			Laboratori 14		
			Simbòlics 15		
		«Acte de parla»	Definició 1	Recursos (4)	
			Descripció 17		
			Comparació-deducció 18		

qual els presenten, per exemple: «El món funciona de manera previsible»; «La natura és sorprenent!»; «La ciència evoluciona per ser cada vegada més útil». Es veu, així, que «explicar històries» té «ganxo»: amb elles, l'autor transmet als lectors una determinada visió de ciència, de l'alumne que considera ideal, de les finalitats que vol aconseguir amb la classe.

A TALL DE CONCLUSIÓ

La ciència, presentada com a «activitat científica» en projectes com «Ciències 12-16», és molt diferent a la ciència presentada com a «coneixement justificat» en els llibres de text. La «història» que s'ha d'explicar és ben diferent: el protagonista no és la natura o la ciència, sinó la intervenció de les persones i els seus resultats, tant pel que fa als canvis produïts en els fenòmens com als que es produeixen en les idees de les persones. És una ciència amb un futur que es correspon amb el futur del nostre estudiants, en la qual s'han de prendre decisions i que no és auto-suficient, perquè són moltes les dimensions humanes i totes elles contribueixen a l'activitat de les persones. Així, la història que s'explica en els textos curts que s'ofereixen als alumnes és més oberta i planteja una pregunta que suggereix un treball a fer a classe: han de ser llegits i reconstruïts, segons diferents consignes, un cop s'hagi dut a terme la tasca que en ells es proposa (vegeu les aportacions d'A. Prats al grup LIEC, no publicades).

La ciència escolar que es proposa en el projecte «Ciències 12-16» no pot ni vol defugir la vinculació a un determinat currículum, sinó que, ben al contrari, dona una gran importància a l'estructura conceptual a aprendre, derivada dels grans «models» o maneres de mirar, que caracteritza les disciplines científiques. Es vol que la classe de ciències entre els dotze i els setze anys es desenvolupi amb rigor conceptual, amb intervencions intencionades en els fenòmens, orientades pels models científics i amb consciència que l'activitat científica transforma el món i les idees. La presentació dels temes no pot ser, per tant, expositiva, perquè la història que s'hi explica és una altra: la d'una racionalitat humana, «moderada» (perquè és humana), que transforma el món en el procés d'interpretar-lo i que, per això mateix, el fa raonable. La ciència, així, apareix vinculada als sistemes de valors que caracteritzen totes les activitats humanes.

Per això procurem presentar els temes a partir de «narracions» de les quals se'n derivin «episodis» en els quals els alumnes puguin intervenir i que, si cal, puguin donar lloc a experiments que permetin identificar entitats que, finalment, donaran significat a la narració inicial. Els conceptes teòrics de les ciències queden, així, vinculats a «fets del món» i adquireixen el significat pràctic i axiològic que hauria d'acompanyar sempre els conceptes científics, per molt abstractes que puguin semblar.

Ens hauria agradat molt arribar a escriure un «llibre de les Ciències 12-16» en el qual s'oferissin bones lectures sobre ciències amb continguts i estructures diversos i que els estudiants poguessin llegir de manera autònoma; potser ho arribarem a fer i no hi ha dubte que trobades com la d'ara ens ajuden a avançar i a precisar el que volem.

Com a exemple de les narratives en el projecte «Ciències 12-16», en presentem tres a l'apèndix, corresponents al «Model canvi químic». Són *La carbonera*,

que es desenvolupa en un episodi i un experiment, i *On ha anat a parar l'or?*, que forma part del llibre *Or per a la llibertat* del projecte Solaris, de l'editorial Eumo.

BIBLIOGRAFIA

- AUSTIN, John L. *Cómo hacer cosas con palabras*. Barcelona: Paidós, 1982.
- IZQUIERDO, Mercè; ALIBERAS, Joan. *Pensar, escriure i actuar a la classe de ciències: Per un ensenyament de les ciències racional i raonable*. Cerdanyola: UAB, 2005.
- IZQUIERDO, Mercè; CABELLO, Montserrat; SOLSONA, Núria. «Proyecto Ciencias 12-16». *Alambique*, núm. 1 (1994), p. 61-74.
- IZQUIERDO, Mercè; MÀRQUEZ, Conxita; GOUVEA, Guarajira. «Structures rhétoriques dans les livres de texte de sciences». Comunicació presentada a IOSTE (International Organization for Science and Technology), 2006. [Grup LIEC]
- LEMKE, Jay L. *Aprender a hablar ciencia: Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona, Paidós, 1998.
- OGBORN, Jon; KRESS, Gunter; MARTINS, Isabel; MCGILLICUDDY, Kieran. *Explaining science in the classroom*. Buckingham: Open University Press, 1996.
- POTTER, Jonathan. *Representing reality*. Londres: Sage, 1996.

APÈNDIX***Segons com, la fusta es converteix en carbó, segons com es crema...
(transformar la fusta en carbó és un canvi químic)***

A Cànoves, per Sant Ponç, es fa un mercat de mermelades, confitures, formatges, embotits i tota classe de menjars preparats de manera artesana. La mel i el mató tenen un èxit especial, perquè tothom diu que són de molt bona qualitat.

Des de fa un parell d'anys, el mercat presenta una activitat que havia estat molt important al Montseny, però que ara està a punt de desaparèixer: la preparació de carbó d'alzina. És molt bonic veure com es prepara la pila de troncs d'alzina, ben arrengrats, però deixant espais entre ells per tal que hi puguin circular els gasos, i com es cobreixen de terra, deixant una xemeneia al mig. És bonic, però res no permet endevinar encara com funcionarà aquell embalum.

Finalment, arriba el carboner i hi cala foc, per la xemeneia comença a sortir fum... però no passa res més. El carboner explica a tothom que només es cremen alguns dels troncs, els que reben aire per les canals que ha deixat; els altres només s'escalfen, però no arriben a cremar-se perquè no tenen prou aire. Passen les hores, el carboner controla que vagi sortint fum... fins que decideix que cal acabar. Tapa la xemeneia, deixa de sortir fum, s'apaga el foc, l'embalum es refreda i comença a enretirar la terra que cobria la fusta... que ara ja no és fusta, perquè s'ha convertit en carbó!

Aquells troncs de color clar, compactes i pesants són ara ben negres, s'esmicolen fàcilment i són lleugers. La gent ho mira amb interès, però sense gaire sorpresa. Aparentment, tothom sap que la fusta es carbonitza! Però, probablement, no podrien explicar com s'ha produït el canvi, ni tampoc obtenir el carbó com ho ha fet el carboner, si calgués fer-ho.

Tornant cap a casa, hem passat per un bosquet que es va cremar l'any passat. Hem recordat la nostra angoixa, quan vàiem que les flames avançaven destruint aquells pins que ens havien proporcionat ombra i pinyons al llarg de tants anys. Ara només quedaven alguns troncs, de pocs pams d'alçada i ben negres, i res més. Però, recordant la feina del carboner de Cànoves, he pensat que «allò» negre també era carbó... però n'hi havia poc, perquè probablement es va cremar (<http://www.firesifestes.com/Fires/F-Carbonera-St-Climent-Peralta.htm>).

Presentació de la tasca per a fer a classe

Intentarem comprendre que la transformació de la fusta en carbó és un canvi químic i també «farem carbó». Per a fer carbó s'ha d'evitar que la fusta es cremi, i per això també dedicarem temps a comprendre millor un altre canvi químic: la combustió, que ja coneixem una mica més (tots hem vist cremar una espelma, una llar de foc, un llumí...).

Finalment, amb l'ajut del que haurem après, podrem comprendre millor que l'aire és un material sorprenent i estudiar un altre canvi químic molt important del qual depèn l'alimentació dels animals (i, per tant, la nostra): la funció clorofil·lica (tema següent).

a) Comencem per planificar la feina que cal fer? (L'episodi en el qual intervindrem).

No es pot portar a classe tota una carbonera, però es pot fer «en miniatura»: una simulació. Per exemple, es pot fer carbó amb encenalls o serradures, o amb llumins de fusta...

El que s'ha d'evitar és que la fusta (les serradures, els encenalls) se'ns cremi, perquè llavors no s'obtindrà carbó, sinó diòxid de carboni i aigua (tothom hi està d'acord?). Però encara n'hi ha d'altres, de dificultats, tal com veurem.

Què hem de controlar perquè la fusta no es cremi? (Cal parlar-ne: cal evitar que entri aire, cal controlar l'esmicolament de la fusta...).

També ens és molt necessari saber què són els fums que es desprenen. Per això els hem de recollir i no deixar que es dispersin per l'aire. Per a fer-ho, haurem de dissenyar un muntatge especial: un tub de vidre doblegat portarà els fums des del recipient en el qual escalfem la fusta cap a un altre recipient, que taparem una mica. (No es podria fer res, en química, sense instruments!)

Preparem el muntatge. Com hauria de funcionar? (Cal fer propostes i escollir-ne una raonadament).

Finalment, com sempre que volem comprendre i controlar, haurem de mesurar alguna magnitud que es modifiqui durant el procés. En química, es controla sempre la «quantitat de substància» de totes o d'alguna de les substàncies o materials que intervenen.

Què mesurarem? (Podem mesurar la quantitat de fusta, la quantitat de carbó, la quantitat de vapors... Cal pensar quins instruments podem fer servir).

b) Comencem a treballar.

Repartirem diferents quantitats de serradures o encenalls (són fusta esmicolada) i les escalfem sobre un tros de test: surt fum i es carbonitza.

Treballarem en quatre grups. Cada grup escalfarà una quantitat diferent de serradures (i en tots ha de passar el mateix, perquè escalfen una mateixa fusta). Les col·locarem en un tub que es pugui dur al foc, amb un tub lateral pel qual pugui sortir el fum i anar cap a un altre recipient (un «tub de despreniment»). El fum el recollirem en un vas tapat amb un cartró foradat per a deixar passar el tub que condueix els fums.

Quan el procés hagi finalitzat i ja no es desprenguin fums, deixem refredar el residu i el tornem a pesar.

Calculem quina relació hi ha entre la massa de la fusta i la massa del carbó.

Com expliquem aquests canvis i resultats?

Com que la fusta sempre és fusta, li passa el mateix si se l'escalfa de la mateixa manera: per això, la relació entre la seva massa i la massa de carbó que queda al final és sempre la mateixa.

c) Ara podem arribar a tenir un «fet científic».

«Fer carbó» és «fer química», però només si podem justificar que els canvis segueixen les regles del joc del Canvi Químic (CQ) i que s'expliquen amb la teoria atòmica química.

Si és un canvi químic, és un canvi que segueix les «regles del joc» (les lleis) del Canvi Químic. Per comprendre-ho millor, intentem respondre les preguntes següents: què tinc?, què faig?, què passa?, per què passa? Aquestes preguntes pretenen que l'alumne sigui conscient de l'acció que fa, de l'instrument que utilitza i de les lleis químiques que aplica. Si l'objectiu és arribar a explicar bé el fenomen, cal que l'acció, l'instrument i les lleis químiques tinguin sentit simultàniament, totes alhora.

Ho farem per grups i, després, posarem els resultats en comú. Les quatre preguntes configuren un «cicle» i permeten arribar a un primer nivell de comprensió del fenomen; a partir d'aquest, es poden tornar a plantejar diverses vegades i, a mesura que s'incorporen nous coneixements (gràcies a les explicacions del professor i a la lectura de textos), s'assoleixen nivells superiors de comprensió.

d) Quins canvis s'assemblen a la descomposició de les serradures quan s'escalfen sense cremar-les?

En citem uns quants: escalfar sucre sense cremar-lo, escalfar pa i altres aliments... Posem en evidència aquestes semblances amb instruments didàctics: una V de Gowin, un mapa conceptual i un esquema de flux.

Què se n'ha fet, de l'or?

La història passa a Egipte, a començaments del segle XIX. Egipte està en poder dels turcs. Mehmed Alí, un líder egipci que desitja modernitzar el país, lluita contra els mamelucs turcs i necessita urgentment diners. Nahmi li ha de portar l'or que els seus partidaris han recollit, fent-se passar per un marxant adroguer, però els camins estan controlats pels mamelucs i ha de prendre una decisió dràstica per a poder-lo camuflar.

Durant vuit dies, el taller de Nahmi va estar en plena activitat, ple de fums perillosos de respirar. Al cap d'un dies, els lingots d'or ja no hi eren i, en canvi, s'anaven transformant en un munt de cristalls de colors diversos (l'or no era pur!)

que, finalment, va posar en un sac ben reforçat. Pocs dies després, es va posar en camí cap a Bahtim, on l'esperaven Mehmed i els seus amics.

Tot just sortint del poble, uns soldats el van detenir unes hores i el van escorcollar a fons. El sac ple de cristallets els va semblar un sucre de colors, bonics de veure, però no els va cridar especialment l'atenció. Quan ja arribaven al final del viatge, els va agafar per sorpresa un xàfec, poc habitual en aquell país. Van córrer a aixoplugar-se i Nahmi va tancar el sac amb una tela ben greixada. «Si això se'm mulla, tota la meva feina s'escolerà per la trama del sac», pensava.

El dia següent, arribava al poble, on l'esperava amb expectació un amic seu per acompanyar-lo on s'amagava Mehmed. Però, quan va veure que en lloc de l'or portava un sac ple d'una mena de sal de colors, es va indignar. Nahmi va intentar explicar-li que podien tornar a tenir or, però no el volia escoltar. Finalment, va prendre una mica d'aquell material, el va dissoldre en aigua i va introduir un ganivet en la dissolució: de seguida va quedar recobert d'or. Una mica més confiat, va fer tot el que Nahmi deia...

Amb una mica de feina, varen poder lliurar a Mehmed Alí l'or per poder fer les monedes que li calien...

Tasca per a fer

Pots escriure de nou aquest text de tal manera que es pugui comprendre què se n'ha fet, de l'or, i si és veritat que es va poder recuperar?