

Per què les imatges científiques poden ser problemàtiques per a l'ensenyament de les ciències?

L'exemple de l'estructura, el color i la forma d'una imatge científica

Víctor López Simó, *CRECIM* ✉

Roser Pintó Casulleras, *CRECIM* ✉

Aquest article tracta algunes de les dificultats que els estudiants poden trobar-se en la lectura d'imatges científiques. L'article analitza breument tres imatges molt corrents (un espectre electromagnètic, una òrbita terrestre i una representació molecular d'un sòlid) i a cadascuna d'aquestes imatges s'identifica un element problemàtic: un element visual que pot fomentar interpretacions i comprensions incorrectes.

Paraules clau: imatges científiques, representacions visuals, semiòtica, forma i color

El poder comunicatiu de les imatges científiques

Qualsevol professor o professora de ciències utilitza imatges científiques en les seves classes, ja que tenen un poder comunicatiu immens i són eines molt potents per expressar i representar tota mena d'idees científiques de forma diferent i complementària a la que ho fariem només amb llenguatge verbal (Gilbert, 2005).

Les imatges científiques són de gran ajuda per representar tota mena de sistemes abstractes, formals i complexos (diagrames de forces, camps electromagnètics, etc.) i tota mena de processos naturals (el cicle de l'aigua, els canvis químics, etc.), ajuden a aprofundir en la comprensió de conceptes i models científics (l'estructura de la matèria, les xarxes tròfiques, etc.) i permeten mostrar estructures tan grans o tan petites que l'ull humà no és capaç de percebre directament (les parts de l'escorça terrestre, els sistemes planetaris, les parts d'una cèl·lula, etc.).

Les imatges científiques són tan útils per a l'ensenyament i aprenentatge de les ciències que s'utilitzen en tots els nivells educatius i en totes les disciplines científiques.

Les dificultats en la lectura d'imatges

Aquest poder comunicatiu tan fort que tenen les imatges sovint ens pot portar a pensar intuïtivament que la seva lectura és inequívoca i que quan els estudiants (els lectors novells) les llegeixen, estan descodificant a la perfecció el seu significat. Dit d'una altra manera, sovint tendim a pensar que si mostrem imatges científiques als nostres estudiants les llegiran igual que ho fem nosaltres (els lectors experts) i que, per tant, el procés comunicatiu serà reeixit.

Ara bé, diverses recerques dins del camp de la Didàctica de les Ciències han demostrat que la lectura d'imatges es fa amb dificultats, que fan que els estudiants sovint llegeixin les imatges científiques de forma incorrecta, deficient o distorsionada (Ametller i Pintó, 2002; Perales, 2006).

Aquestes dificultats són moltes i diverses, i varien en funció de cada nivell i context educatiu particular. En alguns casos, aquestes dificultats poden estar relacionades amb *les característiques del lector*, ja que cada lector descodifica les imatges educatives d'una forma diferent en funció de les seves habilitats visuals-espacials i de les seves idees i ex-

periències prèvies. Estaríem parlant de situacions com interferències amb visualitzacions prèvies, falta d'atenció, interpretacions inadequades, etc. En altres casos, però, les dificultats són intrínseques a la pròpia imatge, és a dir, al seu disseny i a les seves característiques visuals. En aquests casos parlem d'*imatges problemàtiques* o bé d'*imatges amb elements problemàtics*: són les que abordem a continuació en aquest article.

Però abans de seguir cal tenir en compte que en molts altres casos aquestes dues dificultats (les associades a les característiques del lector i les associades a les imatges problemàtiques) apareixen de forma simultània.

Imatges científiques problemàtiques

Podem considerar que una imatge científica és problemàtica quan *pot fomentar concepcions o interpretacions errònies* o bé quan *la lectura que en pugui fer un lector novell modifica el sentit original amb el que havia estat dissenyada*. Els factors problemàtics d'una imatge (és a dir, les característiques visuals que converteixen una imatge en problemàtica dins d'un context determinat) poden ser molt variats, i el ventall de problemàtiques associades a cadascun d'aquests factors és molt ample i divers.

En alguns casos el factor problemàtic d'una imatge pot ser el color que s'hi utilitza, mentre que en uns altres pot ser la mida d'un element de la imatge. També ho pot ser el gruix d'una línia, o l'absència o aparició de text escrit, la falta de claredat d'algun element, o l'existència o absència de gràfics matemàtics, l'excessiva simplificació d'una representació, o l'excés de detalls, l'alt grau d'abstracció, etc. En les imatges digitals, el factor problemàtic també pot ser el moviment, o la velocitat amb la que es reproduïx una animació, l'aparició i desaparició d'elements, o altres variables associades al dinamisme.

De tota aquesta varietat de factors, en aquest article n'hem triat tres (*l'estructura d'una imatge, la forma dels seus elements i el seu color*). Per il·lustrar com poden influir aquests tres factors en una imatge científica, fent que esdevingui problemàtica, exposarem tres imatges molt comunes utilitzades en l'ensenyament de les ciències: la representació d'un espectre electromagnètic, la representació de l'òrbita de la Terra al voltant del Sol i la representació microscòpica de les partícules d'un sòlid que pateix un escalfament.

A partir d'aquestes tres problemàtiques exemplificades a través de tres imatges concretes prete-

nem acostar algunes reflexions teòriques del camp de la semiòtica cap al món de la didàctica de les ciències per tal que el professorat de ciències de secundària pugui trobar-hi una utilitat.

Finalment, exposarem alguns enfocaments per abordar aquesta problemàtica, basant-nos en la importància de desenvolupar la lectura crítica d'imatges científiques a la classe de ciències.

Primer exemple: l'estructura de la imatge

L'estructura d'una imatge és la manera com estan exposats i interrelacionats els seus elements visuals (figures, unitats de text, fletxes, marcs, fons, etc.).

Gràcies als codis socioculturals que tots compartim, l'estructura dóna informació sobre la naturalesa d'una imatge i expressa la seva voluntat comunicativa (classificativa, narrativa, emotiva, etc.) (Kress i van Leeuwen, 1996). Per tant, un disseny inadequat de l'estructura d'una imatge, o bé una lectura errònia d'aquesta estructura, pot distorsionar el significat de la imatge i, per tant, la comprensió conceptual vinculada al procés de lectura.



Figura 1. Representació problemàtica de l'espectre electromagnètic.

La figura 1 (representació d'un espectre electromagnètic) és un exemple que l'estructura de la imatge pot ser un factor problemàtic. Pel lector expert és fàcil descodificar el missatge de la imatge: *"les diferents ones electromagnètiques de l'espectre estan ordenades en funció de la seva freqüència, magnitud que augmenta progressivament des de les ones amb menor freqüència –les ones de ràdio– fins a les ones de més freqüència –els raigs gamma–"*.

No obstant això, algú amb pocs coneixements en electromagnetisme pot llegir aquesta mateixa imatge i entendre que *"hi ha una ona inicialment ampla que es fa cada vegada més estreta a mesura que avança"*. En aquest cas, el lector novell no estaria "llegint" una classificació d'ones en funció de la freqüència, sinó que estaria "llegint" la imatge com un procés narratiu i, per tant, estaria donant a

la imatge un significat força allunyat de l'original, sense poder conceptualitzar adequadament la idea d'espectre electromagnètic.

Per tant, en aquest cas existeix una problemàtica associada a l'estructura de la imatge que genera un conflicte interpretatiu: l'estructura d'aquesta imatge pot entendre's alhora com una classificació (interpretació correcta que s'espera del lector) o bé com una narració (interpretació incorrecta que la pròpia imatge podria estar fomentant).

Segon exemple:
la forma de la imatge

Una imatge comunica una part molt important de la informació a través de les formes que tenen els seus elements. Igual que l'estructura, les formes també són codis socioculturals molt importants que ens permeten identificar i entendre allò que està representat. Per exemple, les formes arrodonides s'associen amb elements naturals (les muntanyes, els núvols, els arbres, els rius, etc.), mentre que les formes rectes i poligonals tendeixen a associar-se amb creacions artificials i tecnològiques (els edificis, els electrodomèstics, els vehicles, els mobles, etc.).

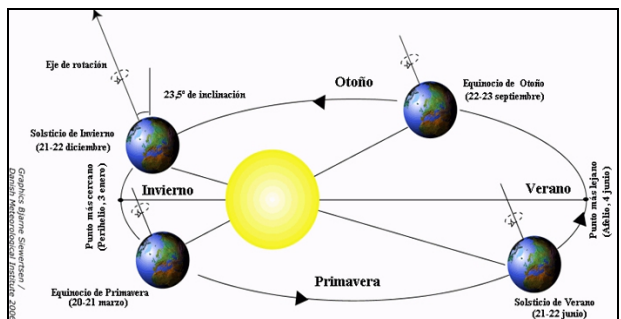


Figura 2. Representació problemàtica de l'òrbita de la Terra al voltant del Sol.

En alguns casos, determinades formes poden fomentar interpretacions –i, per tant, concepcions– científicament incorrectes. En aquests casos podem considerar les imatges com a “problemàtiques”. És el cas de la figura 2, on apareix l'òrbita terrestre respecte al Sol representada per una el·lipse i les diferents distàncies Terra–Sol per a cadascun dels solstícis i equinoccis. Hi ha motius per considerar aquesta imatge com a “problemàtica”. Per una banda, la imatge està composta per representacions fetes a diferents escales (és fàcil veure que la mida de la Terra, la del Sol i la de

l'òrbita estan representades a tres escales diferents). Ara bé, aquesta problemàtica es podria justificar al·legant que aquestes diferents escales faciliten la representació i fer-la més detallada.

Una altra problemàtica d'aquesta imatge, la que volem posar de relleu aquí, és la forma geomètrica utilitzada per representar l'òrbita. Sabem que la Terra dibuixa una trajectòria el·líptica al voltant del Sol, però aquesta el·lipse té un afeli de 152,6 milions de quilòmetres i un periheli de 147,5, cosa que correspon a una diferència relativa de menys del 0,7 %. Si es representés l'el·lipse de forma proporcional a la real, el grau d'excentricitat respecte d'una circumferència resultaria imperceptible per al lector. Llavors, per què es representa l'òrbita amb una el·lipse i no amb una circumferència? Què és el que ho justifica? Potser el propòsit de remarcar el caràcter el·líptic de l'òrbita basant-se en la primera llei de Kepler, potser voler donar perspectiva tridimensional a la imatge, o potser simplement la inèrcia de fer-ho, ja que aquesta és una imatge que es repeteix molt sovint en llibres de text.

En qualsevol cas, el fet problemàtic es produeix perquè amb aquesta representació es pot fomentar fàcilment la concepció errònia que la distància de la Terra al Sol influeix en la temperatura de les diferents estacions, concepció que la recerca en didàctica de les ciències ha demostrat que es produeix molt sovint entre l'alumnat de ciències (Roald i Mikalsen, 2001).

Tercer exemple:
el color de la imatge

Finalment, el color, com els dos codis presentats anteriorment, és també un dels més utilitzats per assignar significat a una imatge. El seu valor sociocultural –que pot variar en cada context– ens permet llegir cada representació d'una forma determinada (Kress i van Leeuwen, 2002). Per exemple, quan ens referim a la temperatura, el blau s'acostuma a associar al fred i el vermell a l'escalfor, mentre que quan ens referim als circuits elèctrics els colors s'utilitzen per expressar el valor d'una resistència.

En les figures 3a i 3b s'utilitza aquest codi de color tèrmic (blau-vermell). Es tracta de dues imatges que han estat captades en dos moments pertanyents a una animació educativa que s'utilitza per explicar el comportament vibratori de les partícules d'un sòlid a diferents temperatures. En l'animació, a mesura que el cos s'escalfa, es pot observar com les partícules blaves (fig. 3a) vibren amb més intensitat i es tornen vermelloses (fig. 3b).

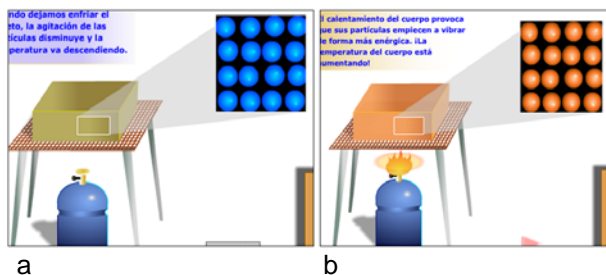


Figura 3. Representació problemàtica d'un sòlid abans (a) i després (b) d'un procés d'escalfament.

Podem considerar aquest ús del color com a problemàtic perquè, degut a l'associació entre canvi de color i canvi de temperatura, la imatge pot estar fomentant la idea que la temperatura és una propietat de cada partícula i que la variació de la temperatura d'un cos és deguda a la variació de la temperatura de cada partícula. En aquest cas, i igual com succeeix amb la figura 2, aquesta imatge tornaria a fomentar una concepció que ja està prou estesa entre els estudiants: que cada partícula té la seva temperatura i no que la temperatura és una propietat macroscòpica que resulta de la vibració mitjana de milions de partícules.

Com afrontar les problemàtiques de les imatges científiques?

Tot i que des de la Didàctica de les Ciències s'han proposat alguns enfocaments educatius pensats per minimitzar les dificultats en la lectura d'imatges i provar de superar-les, no hi ha cap solució universal per resoldre aquesta qüestió.

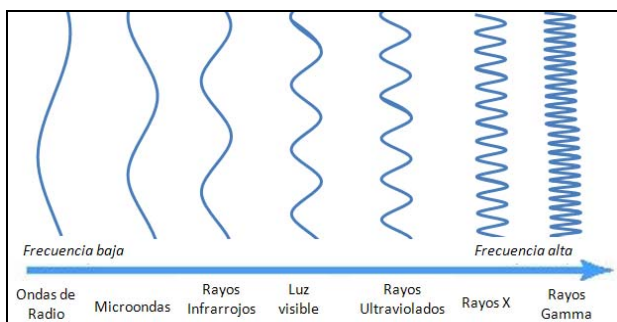


Figura 4. Representació alternativa de l'espectre electromagnètic.

En alguns casos, les problemàtiques de la imatge es poden afrontar en el propi procés de disseny.

Per exemple, si hem arribat a la conclusió que la imatge de la figura 1 tenia una problemàtica en la seva estructura, podem modificar aquesta estructura per resoldre la problemàtica. Això és el que hem fet amb la imatge de la figura 4, utilitzant una estructura que trenca amb la idea de narració i ajuda a fer una interpretació que reforça la idea de classificació, cosa que pot ajudar a conceptualitzar millor la idea d'espectre electromagnètic. Un canvi semblant podríem realitzar en el cas de la figura 2, substituint la forma el·líptica per una de circular.

En altres casos cal procurar que les imatges no només estiguin dissenyades seguint criteris estètics, sinó també segons criteris científics (correcció del model representat) i sobretot, criteris didàctics (concepcions prèvies dels estudiants, familiaritat amb els codis, consistència i coherència de la representació, simplicitat, etc.).

Per tant, tot i que visualment pugui ser molt estètica una animació en la que les "boletes" que representen partícules canvien de color, com succeeix en la figura 3, potser és científica i didàcticament més correcte l'ús d'un sol color al llarg de tota l'animació.

En molts altres casos no hi ha una solució tan concreta ni senzilla. Per aquest motiu considerem important que el professorat de ciències sigui conscient de les dificultats i limitacions de la lectura d'imatges a l'hora d'utilitzar-les com a eina didàctica. És a dir, és important que el professorat superi la concepció que "els alumnes ho veuen = els alumnes ho entenen".

Un cop fet això, caldrà fomentar la lectura crítica d'imatges a l'aula, és a dir, l'anàlisi amb els alumnes de les imatges utilitzades i la discussió sobre el seu significat. D'aquesta manera, naturalitzant i estenent a les aules de ciències la lectura crítica d'imatges (igual com ho és la lectura crítica de textos escrits), es podrien minimitzar les dificultats en la lectura d'imatges científiques.

Bibliografia

- Ametller, J. and Pintó, R. (2002). Students' reading of innovative images of Energy at secondary school level. *International Journal of Science Education*, 24 (3), 285-312.
- Gilbert, J. (2005). *Visualization in Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Kress, G. i van Leeuwen, T. (1996) *Reading Images: The Grammar of Visual Design*. London: Routledge
- Kress, G. i van Leewen, T. (2002). Colour as a semiotic mode: Notes for a grammar of color. *Visual communication*, 3 (1), 343-368.

Perales, F.J. (2006) Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 13-20.

Roald, I., i Mikalsen, O. (2001). Configuration and dynamics of the Earth-Sun-Moon system: An investigation into conceptions of deaf and hearing pupils. *International Journal of Science Education*, 23(4), 423–440.

Article derivat del projecte EDISTE (EDU2011-28431) finançat pel Ministeri de Ciència i Innovació.
