

A FONTS

Què podem ensenyar i aprendre sobre llum? **Mapa de progrés** per a l'aula

Digna Couso, Conxita Márquez

La celebració de l'Any Internacional de la Llum ha proporcionat a moltes escoles l'oportunitat de fer experiències i activitats pràctiques. Aquest article proposa estructurar les idees clau en tres mapes de progrés. El primer tracta sobre el camí de la llum i com podem controlar-lo. El segon correspon a les propietats de la llum i com es poden aprofitar. I el tercer aprofundeix en el paper de la llum en l'observació dels astres de dia i de nit, així com els moviments del Sol, de la Terra i de la Lluna i els efectes que causen.

A FONTS

La llum

Didàctica de les ciències
experimentals / ciències
naturals



PARAULES CLAU: llum, Any Internacional de la Llum, mapa de progrés, mètode científic, model Sol i Terra.

El 20 de desembre de 2013, l'Assemblea General de les Nacions Unides va proclamar l'Any Internacional de la Llum.¹ Aquesta iniciativa pretén fer conèixer, a les ciutadanes i als ciutadans d'arreu del món, la importància que té la llum i les tecnologies que hi estan associades en les seves vides, en el futur i en el desenvolupament de la societat. Cal tenir present que la nostra civilització no existiria sense la llum del Sol ni sense les tecnologies basades en la llum. Viuríem en un món diferent del que coneixem. L'Any Internacional de la Llum ha proporcionat a les escoles l'oportunitat de dur a terme moltes experiències i activitats pràctiques. Un exemple el constitueixen les propostes que es presenten en aquest monogràfic.

Una proposta d'estructuració de les idees clau sobre la llum

La llum és una temàtica molt àmplia que ens permet tractar, a l'aula, moltes idees clau diferents i interrelacionades. Proposem estructurar aquestes idees clau en tres grans blocs temàtics, amb

l'objectiu d'ajudar els mestres a triar quins fenòmens i continguts treballarem. El primer faria referència al camí de la llum i a la manera com podem controlar-lo amb ginys com ara lupes o telescopis per veure-hi millor. És el que, en física, correspon a l'òptica geomètrica, on es modelitza la llum com un raig que es propaga en línia recta. El segon correspon a les propietats de la llum i a l'aprofitament que se'n fa. Això es refereix a la llum com a forma de transferir energia (radiació), d'acord amb la seva intensitat i tipologia dins de l'espectre electromagnètic. Aquí la llum es modelitza com una ona electromagnètica, és a dir, una manera d'escampar energia que no necessita medi per fer-ho. Per últim, i com un context especialment propici on es poden aplicar els continguts treballats en aquests dos blocs temàtics, hi hauria el paper de la llum en l'observació dels astres de dia i de nit, així com els moviments del Sol, de la Terra i de la Lluna i els efectes que produeixen. Per fer-ho amb sentit, l'alumnat ha de poder veure, mitjançant

la pràctica, que la llum es propaga en línia recta i que, en fer-ho, transporta energia, els dos models anteriorment treballats.

Cadascun d'aquests tres grans blocs de contingut consta de diferents idees clau necessàries per donar sentit a les observacions dels nens i de les nenes, com també per poder predir i explicar fenòmens nous. Saber quina versió d'aquestes idees clau és adient per als nens i les nenes en cada estadi de la seva escolaritat, però, no és una qüestió trivial. En aquest sentit, des de la recerca en didàctica de les idees, s'ha proposat un constructe que considerem interessant i útil per ajudar el professorat en aquesta tasca d'organitzar les idees clau en progressió de profunditat i de complexitat. Els mapes de progrés indiquen el camí conceptual que proposem que segueixin els nens i nenes per ajudar-los a passar des de les seves idees originals fins a unes de més adients (Dushl i altres, 2011).²

La nostra civilització no existiria sense la llum del Sol ni sense les tecnologies basades en la llum

A FONTS

Els mapes de progrés indiquen el camí conceptual que proposem que segueixin els infants per ajudar-los a passar de les seves idees originals a unes de més adients

Mostrem una proposta de tres mapes de progrés (quadres 1, 2 i 3) que inclouen les idees sobre llum dels tres blocs temàtics

presentats. Per cada mapa, hem indicat quin seria un estadi inicial, avançat o superior de la idea. És important assenyalar que aquests estadis no indiquen el nivell escolar ni el cicle educatiu en el qual es pot treballar la idea. Convé tenir ben assolit un grau abans de passar al següent.

Aquests mapes de progrés no pretenen abastar totes les idees que es poden tre-

ballar, ni tampoc ser dogmàtics respecte a la formulació de les idees. L'objectiu és compartir una proposta (entre unes altres de possibles) que doni compte de la diversitat de conceptes i d'idees científiques «treballables» a primària sobre la llum, per tal que les mestres i els mestres puguin triar quines en poden desenvolupar a classe i puguin fer-ho en progressió d'aprofundiment i complexitat.

	ESTADI INICIAL	ESTADI AVANÇAT	ESTADI SUPERIOR
	La llum viatja en línia recta i en una direcció diferent segons el medi per on es propagui. Quan la llum troba un obstacle, una part se'n reflecteix (rebot) i una altra se'n refracta (travessa l'objecte desviant-se'n). En travessar l'objecte, una part de la llum és absorbida. Les propietats òptiques dels objectes defineixen la manera com aquests reflecteixen la llum, l'absorbeixen o la transmeten.		
Propagació de la llum	<ul style="list-style-type: none"> > La llum es propaga en línia recta. > Quan la llum troba un obstacle, es forma l'ombra. > L'ombra dels objectes s'allarga o s'escurça segons d'on vingui la llum que els il·lumina. 	<ul style="list-style-type: none"> > La llum es propaga en línia recta en un medi i es desvia en canviar de medi. > Puc representar el camí d'un feix de llum (per exemple: d'un làser o d'una llanterna) dibuixant un raig de llum. > Puc saber com serà l'ombra d'un objecte traçant una línia recta entre la font de llum i el terra que passi per la vora de l'objecte. 	<ul style="list-style-type: none"> > En general, quan la llum arriba a un medi nou, una part se'n reflecteix (rebot) i una altra se'n refracta (es desvia en travessar el medi). > En la reflexió, la manera de rebotre la llum en un objecte depèn de com sigui aquest de pla i polit. Quan la llum es reflecteix en un material molt llis (mirall pla o similar), parlem de reflexió especular. En aquest cas, el camí que recorre la llum incident i el que recorre la llum reflectida són simètrics. > Quan la llum es reflecteix en objectes que no són tan llisos (encara que ho puguin semblar, com un full de paper o similar), parlem de difusió. En aquest cas, cada raig de llum es reflecteix en direccions diferents i acaba havent-hi claror en totes direccions. > En la refracció de la llum, el grau de desviament depèn del tipus de material.
Propietats òptiques	<ul style="list-style-type: none"> > Hi ha objectes a través dels quals es pot mirar i veure-hi, i d'altres que no tenen aquesta propietat. 	<ul style="list-style-type: none"> > Hi ha objectes transparents, translúcids i opacs, segons la quantitat de llum que deixin passar. 	<ul style="list-style-type: none"> > Quan la llum arriba a un objecte, s'hi pot reflectir, la pot absorbir o el pot travessar, totalment o en part. > Segons com sigui el material, la llum sobretot s'hi reflecteix (miralls), l'absorbeix (materials opacs) o el travessa (materials transparents). Generalment, però, passen una mica les tres coses (per exemple: en els objectes translúcids o quan s'escafa un objecte il·luminat).

Podem controlar el camí de la llum amb lents i miralls, que la desvien i la concentren i que serveixen per veure coses que no podríem captar a ull nu.

Lents i ginys per veure-hi	<ul style="list-style-type: none"> > Les lents són objectes que fem servir per veure millor coses petites o allunyades. 	<ul style="list-style-type: none"> > Quan la llum arriba a una lent, es desvia dintre seu, de forma que veiem les coses diferents de com són (més grans, més petites, etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> > Els diversos tipus de lents (la lent convergent d'una lupa, la lent divergent d'un vidre d'ulleres de miopia, etc.) formen diversos tipus d'imatge (més gran o més petita que l'objecte real). > Els telescopis i els microscopis són ginys que combinen miralls i lents per desviar la llum i concentrar-la, de manera que puguem formar imatges nítides d'objectes petits i/o allunyats.
Visió	<ul style="list-style-type: none"> > Necessitem llum per veure-hi. 	<ul style="list-style-type: none"> > Per veure un objecte, cal que ens arribi llum des de l'objecte fins als ulls. > L'ull funciona com una càmera, que regula la llum que prové dels objectes, la concentra i la detecta. 	<ul style="list-style-type: none"> > Per veure un objecte, necessitem que ens n'arribi llum (que n'emeti o que en reflecteixi), que aquesta llum es detecti als ulls i que aquest senyal es processi al cervell. > No veiem les coses tal com són. Nosaltres només captem una part de la Llum (la visible). A més, quan el cervell processa les imatges, de vegades ho fa erròniament (il·lusions òptiques).

Quadre 1. Mapa de progrés 1: El camí de la llum i el seu control

Un mar de llum, un mar d'activitats

Vivim en un mar de llum, immersos en claror que es reflecteix i que es difon pertot

Els canvis de llum marquen el compàs que seguim a la vida i els bioritmes del nostre cos. Sobre la llum, seguim investigant; amb la llum, seguim descobrint

arreu omplint-ho tot. La llum ens proporciona calor, color, seguretat. Els canvis de llum marquen el compàs que seguim a la vida i els bioritmes del nostre cos. Sobre la llum, seguim investigant; amb la llum, seguim descobrint. Com podem articular activitats que ajudin l'alumnat a treballar les diferents idees dels mapes de progrés mostrats?

Una primera resposta la trobem en els diferents articles d'aquest monogràfic, en què es presenta una gran varietat d'activitats que treballen moltes de les diferents idees mostrades als mapes. Una

segona, en la importància de tenir clar què es vol ensenyar per tal d'enfocar la mirada als fenòmens i poder desenvolupar com podem fer-ho.

*Amb aquest article, volem ajudar a pensar què cal ensenyar des de la consideració que una elecció clara i concreta del què ens portarà a escollir, adaptar o crear *coms* adients. I, per saber què podem ensenyar, considerem que els mapes de progrés ens poden ser molt útils, tant en referència al tema de la llum com per atendre unes altres qüestions.³ ■*

A FONTS

	ESTADI INICIAL	ESTADI AVANÇAT	ESTADI SUPERIOR
	La font d'energia principal de la Terra prové del Sol i ens arriba en forma de llum. Aquesta llum permet la vida, però també pot ser perillosa per a la salut.		
La llum com a manera de transferir energia (radiació)	<ul style="list-style-type: none"> > La llum que ens arriba del Sol ens escalfa. 	<ul style="list-style-type: none"> > La llum es propaga pel buit (a l'Univers) i a través dels diferents medis (l'atmosfera, etc.). > La llum del Sol ens escalfa i permet que les plantes creixin, la qual cosa és crucial per a la vida. > L'exposició prolongada a la llum pot causar cremades i malalties greus, com ara el càncer de pell 	<ul style="list-style-type: none"> > La velocitat de propagació de la llum és màxima i finita: tot i que no la rebeu instantàniament, no hi ha res que es mogui de manera més ràpida. La llum triga més de vuit minuts a arribar des del Sol. > La llum del Sol transporta energia que exerceix uns efectes importants en els objectes i en els éssers vius. Tot i que és imprescindible per a la vida perquè permet que es produeixi la reacció de fotosíntesi, la llum també ens envelleix i ens deteriora. > La quantitat d'energia que transporta la llum depèn de la seva intensitat (quanta n'hi ha o quina brillantor té) i de la seva freqüència (de quin tipus o de quin color és).
	La llum que veiem és blanca i és composta de llums de colors diferents, del groc al violeta. El color dels objectes és producte de la interacció que hi estableix la llum, de forma que el color que veiem és la llum que l'objecte reflecteix cap als nostres ulls.		
Color de la llum i color de les coses il·luminades	<ul style="list-style-type: none"> > De la llum que veiem normalment, en diem <i>blanca</i>. > Hi ha llums de colors diferents. 	<ul style="list-style-type: none"> > La llum visible està composta de llums de colors diferents. > La llum visible es pot descompondre en els seus colors utilitzant un prisma. > L'arc de Sant Martí és un fenomen en què la llum blanca, en travessar petites gotes d'aigua, es descompon en els colors que el formen. 	<ul style="list-style-type: none"> > Quan la llum visible passa per un objecte que la refracta o que la desvia molt, com un prisma, podem veure els colors o diferents llums que la componen, perquè cada color es desvia de manera diferent. > L'aigua polvoritzada que queda al cel quan plou actua com un prisma per a la llum del Sol, la qual cosa fa que l'arc de Sant Martí sigui observable. > El color dels objectes és producte de la interacció que hi estableix la llum. Per això el color canvia quan canvia la llum. > Si veiem un objecte il·luminat amb llum blanca d'un color concret vol dir que ha reflectit aquesta part de la llum i que ha absorbit la resta de colors.

Quadre 2. Mapa de progrés 2: Propietats de la llum i manera d'aprofitar-les

NOTES



- * Les llums de la Terra des de l'Estació Espacial Internacional de la NASA.
- 1 . Vegeu www.light2015.org
- 2. Un exemple seria el mapa de progrés sobre la llum elaborat pel grup Kimeia del CDEC-CESIRE en col·laboració amb les autores,

disponible en línia conjuntament amb altres recursos sobre llum (<http://llumip.blogspot.com.es/>).

3. Un projecte interessant per consultar és el de VICTORIA STATE GOVERNMENT (2014), *Concept Development Maps*, Melbourne (Austràlia), Department of Education and Training.

REFERÈNCIA BIBLIOGRÀFICA



DUSCHL, R.; MAENG, S.; SEZEN, A. (2011): «Learning progressions and teaching sequences: a review and analysis». *Studies in Science Education*, vol. 47(2), p. 123-182.

A FONTS

La llum

Didàctica de les ciències experimentals / ciències naturals



	ESTADI INICIAL	ESTADI AVANÇAT	ESTADI SUPERIOR
	<p>El Sol i les estrelles són fonts de llum. Elles mateixes en són productores. L'envien en totes direccions i aquesta, després de viatjar en línia recta, arriba fins a nosaltres. En canvi, el cas de la Lluna i dels planetes és diferent. No generen llum i sols ens envien, per reflexió, la que prové originàriament del Sol. Són objectes brillants.</p>		
Observació dels astres de dia i de nit	<ul style="list-style-type: none"> > Hi ha astres, com el Sol, que només es veuen de dia; la Lluna, que es pot veure de dia i de nit, i les estrelles, que només es veuen de nit. > Hi ha moltes estrelles, les unes brillen més que les altres i són de colors diferents. 	<ul style="list-style-type: none"> > Les estrelles, com el Sol, són fonts de llum, mentre que la Lluna i altres astres la reflecteixen. > El Sol és l'estrella que tenim més a prop, per això sembla més gran i brillant, però és més petita que unes altres que hi ha a l'Univers. 	<ul style="list-style-type: none"> > Els telescopis ens permeten veure astres ben llunyans, ja que augmenten la seva aparença. > La contaminació lumínica afecta el medi ambient natural i l'ecosistema i porta a reduir el nombre d'estrelles visibles al cel.
	<p>Les òrbites de la Terra al voltant del Sol i de la Lluna al voltant de la Terra, juntament amb la rotació de la Terra al voltant de l'eix que va del pol Nord al pol Sud, provoca regularitats com ara el dia i la nit; les estacions; els canvis de llargada de les ombres; les diferents posicions del Sol, la Lluna i les estrelles a diferents hores, dies, mesos i anys, i les estacions.</p>		
Moviments del Sol, de la Terra i de la Lluna i efectes que produeixen	<ul style="list-style-type: none"> > • Cada quatre setmanes, la Lluna torna a tenir la mateixa forma. El Sol no sempre surt des del mateix lloc. El veiem com si canviés de posició al llarg del dia i de l'any, fet que dóna lloc a ombres de llargada diferent. 	<ul style="list-style-type: none"> > El dia i la nit s'expliquen per la rotació de la Terra al voltant del seu eix (cada 24 hores). > I les estacions són provocades pel moviment de translació de la Terra al voltant del Sol. 	<ul style="list-style-type: none"> > El sistema solar està format pel Sol i per una col·lecció d'objectes i de planetes, com també per les llunes i els asteroides corresponents, que es mantenen en òrbita al voltant del Sol a causa de l'atracció gravitatòria que exerceix aquest astre damunt seu. Aquest model del sistema solar permet que tinguin lloc les estacions, els eclipsis del Sol i de la Lluna i el moviment dels planetes al cel respecte a les estrelles. Les estacions de l'any són el resultat de la inclinació de l'eix de la Terra per la intensitat diferencial de la llum solar en diferents àrees del nostre planeta.

HEM PARLAT DE:

- Didàctica de les ciències experimentals / ciències naturals.
- Competència en el coneixement i la interacció amb el món natural.

AUTORES

Digna Couso Lagarón
Conxita Márquez Bargalló
 Universitat Autònoma de Barcelona
digna.couso@gmail.com
conxita.marquez@uab.cat

Aquest article fou sol·licitat PER GUIX. ELEMENTS D'ACCIÓ EDUCATIVA el mes de setembre de 2015 i acceptat el mes de desembre de 2015 per ser-hi publicat.

Quadre 3. Mapa de progrés 3: La llum a la Terra i l'Univers