

L'ensenyament sobre Energia a Catalunya

Estat actual, necessitats
detectades i reptes de futur



Generalitat de Catalunya
Institut Català d'Energia

L'Ensenyament sobre energia a Catalunya: estat actual,
necessitats detectades i reptes de futur.
I. Universitat Autònoma de Barcelona. Centre de Recerca per a l'Educació
Científica i Matemàtica
II. Institut Català d'Energia
1. Energia – Ensenyament – Catalunya
531.61:37.02(460.23)



Publicació: Institut Català d'Energia
Edició: Desembre 2019
Autors: Víctor López Simó. CRECIM
David Ferrer Sànchez. CRECIM
Digna Couso Lagarón. CRECIM

Disseny: Sideral Design

Dipòsit legal: B 2661-2020
L'ensenyament sobre energia
a Catalunya

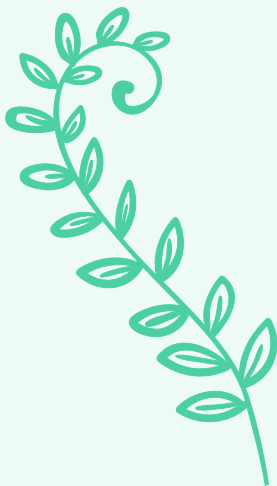


Aquesta obra està subjecte a una llicència de
Reconeixement-No comercial-Sense obres
derivades 3.0 de Creative Commons.



L'ensenyament sobre Energia a Catalunya

Estat actual, necessitats
detectades i reptes de futur



Pròleg

Estat actual de l'ensenyament sobre energia a Catalunya i necessitats detectades

És ben conegut que l'energia és a tot arreu. Tant és així, que referit d'una o altra manera, la trobem en els continguts curriculars de tots els nivells educatius.

Certament, l'estudi de l'energia i les seves maneres de presentar-se pren diferents formes segons va passant per cursos, seminaris, tallers i universitats. Començant per l'experimentació de l'escalfor i la llum, passant pels diferents processos de transformació química, l'enginyeria i el desenvolupament tecnològic, o, fins i tot, prenent la forma de l'estudi de la seva influència històrica i política i de ciència social en la creació i la gestió de xarxes d'energia compartides.

La seva important presència en el desenvolupament de la nostra societat ha fet que sigui present en els currículums educatius tant dels sistemes reglats com dels no reglats, i que aprendre sobre el seu comportament i la seva utilització sigui cada vegada més necessari.

Els Objectius de Desenvolupament Sostenible, aprovats en la Conferència Rio +20, en els quals es basa l'Agenda 2030 de Desenvolupament Sostenible de les Nacions Unides, inclouen l'energia en tres dels seus objectius. En el cas de l'objectiu 4, "Garantir una educació inclusiva, equitativa i de qualitat i promoure oportunitats d'aprenentatge durant tota la vida per a tothom", incideix en el repte d'aconseguir que l'any 2030 tot l'alumnat adquireixi els coneixements teòrics i pràctics necessaris per promoure el desenvolupament sostenible, entre altres mecanismes, mitjançant l'educació. L'objectiu va més enllà i estableix fites de coneixement en el desenvolupament sostenible i l'adopció d'estils de vida sostenibles, els drets humans, la igualtat de gènere, la promoció d'una cultura de pau i no-violència, la ciutadania mundial i la valoració de la diversitat cultural i de la contribució de la cultura al desenvolupament sostenible.

Aquest coneixement adreçat a les generacions futures pren més rellevància per raons d'un ús millor que fem de l'energia per conscienciar sobre la reducció de consum, materials i recursos, així com del necessari dret a l'accés a l'energia, tot vigilant la seguretat energètica, mediambiental, econòmica i de salut. A Catalunya, el Pacte nacional per a la transició energètica i la Llei del canvi climàtic marquen la línia: passar del model actual, basat en energies fòssils que hem d'importar i que generen emissions i baixa qualitat de l'aire a les nostres zones urbanes, a un altre model, basat en les energies renovables, net, democràtic, digital, descentralitzat i de producció distribuïda d'energia. I aquesta revolució energètica incipient a Catalunya, però en marxa en altres països avançats, posarà aquest jovent en el centre de les decisions, com a ciutadans que no només sabran consumir energia de forma més eficient, sinó que produiran la seva pròpia energia, l'emmagatzemaran i la compartiran, i generaran comunitats locals d'energia per on passa la implementació del nou model energètic.

Per tant, cal la complicitat de les comunitats educatives de Catalunya, que ja fan un esforç molt notable en l'educació i la conscienciació en molts altres camps de gran interès per a la nostra societat –inclòs, evidentment, el del bon ús de l'energia–, en incorporar aquests nous conceptes en l'aprenentatge sobre l'energia. Tot un repte, necessari, perquè l'alumnat que avui comença la seva formació disposi de l'aprenentatge suficient per poder enfrontar-se a una realitat energètica diferent, que haurà de saber entendre, gestionar i millorar.

Per contribuir a guiar la persona educadora en la tasca d'impulsar aquest canvi necessari, l'Institut Català d'Energia ha volgut detectar les necessitats i els buits que poden haver-hi en allò relatiu a la producció i a l'ús de energia en l'actual temari curricular. Aquest és un primer pas per treballar conjuntament amb el món educatiu i dur a terme a partir d'aquí, amb l'expertesa i sota les seves indicacions, les accions que es considerin més adequades perquè reforcin el coneixement de l'energia a tots els nivells.

En la conjuntura actual, doncs, l'energia, com que és un element tan transversal que el trobem a tot arreu en alguna de les seves múltiples formes, necessàriament ha d'esdevenir un element que formi part de les matèries curriculars. El seu ensenyament esdevé clau perquè Catalunya formi estudiants que esdevinguin persones capaces de prendre decisions sempre respectuoses amb el medi ambient i corresponsables amb la lluita pel clima i l'estalvi de recursos naturals. Conjuntament, hem de poder avançar cap a un model energètic segur, just, net, autòcton i democràtic, i això només serà possible des del coneixement i l'apoderament de tots i totes.



Índex

1. Situació actual de l'ensenyament sobre energia a Catalunya	8
1.1. Una perspectiva global de l'ensenyament i l'aprenentatge sobre energia a Catalunya	8
Parlem d'educar, d'ensenyar, d'aprendre, de saber...?	9
Ensenyar i aprendre energia o ensenyar i aprendre sobre energia?	10
1.2. Què i per què s'ensenyava sobre energia?	10
Què s'ensenyava sobre energia?	11
Per què s'ensenyava sobre energia?	12
1.3. A l'escola: quan i com s'ensenyava sobre energia?	13
Quan s'ensenyava sobre energia?	13
L'ensenyament de l'energia primària	15
L'ensenyament de l'energia en l'educació secundària obligatòria	15
L'ensenyament de l'energia al batxillerat	18
Com s'ensenyava l'energia?	21
1.4. Fora de l'escola: qui ensenyava sobre energia? I on?	26
Quins agents hi ha implicats en l'ensenyament sobre energia fora de l'escola?	26
Quins tipus de recursos educatius ofereixen aquests agents?	27
1.5. Què esperem que els i les estudiants siguin capaços de saber i de fer entorn de l'energia?	28
2. Anàlisi de la varietat de recursos disponibles per ensenyar energia i de les necessitats identificades des del món educatiu	31
2.1. Metodologia per a l'anàlisi de recursos disponibles per ensenyar energia	31
2.2. Resultats de l'anàlisi de l'oferta de recursos educatius recollits	32
Segons el tipus de recurs	32
Segons el contingut de cada recurs	32
Segons l'enfocament educatiu de cada recurs	34
Segons el format en què es presenta cada recurs	34
Segons l'edat a la qual va dirigit cada recurs	35
Segons el temps de durada aproximat per fer servir cada recurs	35
Segons l'escala de públic a què s'adreça cada recurs	36
Segons el cost de fer servir cada recurs	36
Segons l'espai d'implementació associat a cada recurs	37
Segons el punt geogràfic per accedir a cada recurs	37

2.3. Metodologia per a l'anàlisi de les necessitats identificades des del món educatiu 38

2.4. Resultats de l'anàlisi de les necessitats identificades des del món educatiu 39

Sobre la relació entre nivells educatius, entre assignatures i entre àmbits (formal i no formal). 40

Sobre els continguts sobre energia a ensenyar 40

Sobre les maneres d'ensenyar energia 41

Sobre la perspectiva de gènere en l'ensenyament de l'energia 42

3. Necessitats i reptes per millorar l'ensenyament de l'energia a Catalunya 43

3.1. Necessitats vinculades a la competència docent en l'ensenyament de l'energia 44

Necessitat de clarificació i priorització conceptual 44

Necessitat de lligams en l'ensenyament de l'energia entre les diferents disciplines escolars 45

Necessitat de continuïtat en l'ensenyament de l'energia entre els diferents nivells educatius 46

3.2. Necessitats d'eines per a l'aprofitament dels recursos existents 46

Necessitat de més visibilitat i d'una organització millor de l'oferta 46

Necessitat de més vinculació entre escola i món professional (problemes, dades, situacions més reals) 47

Necessitats de més sinèrgies entre iniciatives educatives 47

3.3. Necessitats de nous recursos educatius d'alt valor didàctic 48

Enfocament més competencial i apoderador 48

Activitats més indagatives i basades en dades 48

Contextos més autèntics i problematitzants 49

Perspectiva d'equitat 49

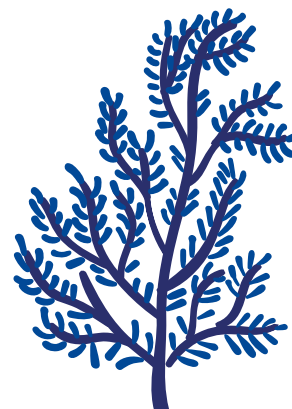
3.4. Necessitats de nous recursos educatius d'alt valor tecnològic 50

Materials i dispositius energèticament rellevants però de difícil accés 50

Instruments de mesura sobre energia adaptats a la ciència escolar 50

4. Conclusions 52

Agraïments 53



1. Situació actual de l'ensenyament sobre energia a Catalunya

1.1. Una perspectiva global de l'ensenyament i l'aprenentatge sobre energia a Catalunya

A Catalunya actualment hi ha prop d'1.300.000 estudiants d'entre 3 i 18 anys en tota l'etapa educativa que comença amb l'educació infantil i culmina en l'educació secundària. Al llarg d'aquesta escolarització, tots els i les estudiants hauran rebut probablement algun tipus de formació relacionada amb l'energia, que variarà en funció de l'edat, del curs escolar, de l'àmbit educatiu, de la institució responsable d'aquesta formació, etc. En aquest procés, intervien directament o indirectament una gran varietat d'agents —tant dins com fora de l'escola—, i tots aquests agents contribueixen d'alguna manera al desenvolupament personal dels individus.

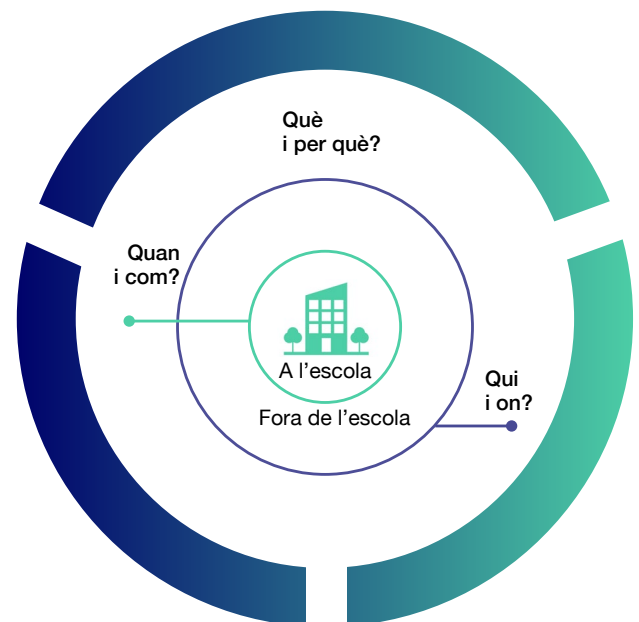
Per tant, abordar l'ensenyament i l'aprenentatge sobre energia a Catalunya des d'una perspectiva global implica tenir en compte molts punts de vista, que van des de quins són els continguts que s'ensenyen fins a quines maneres hi ha d'ensenyar-los, però també qui els ensenya, en quines condicions i per què ho fa.

Per posar llum a totes aquestes preguntes d'una manera exhaustiva, proposem una diagnosi de l'estat actual de l'ensenyament sobre energia basada en tres grans preguntes. En primer lloc, cal que ens preguntem **què i per què s'ensenya sobre energia**, posant l'èmfasi en quins són els continguts als quals normalment associem la idea d'energia, i també quin sentit té introduir aquests continguts en la formació dels i de les estudiants, tant a l'escola com fora de l'escola, i quines finalitats s'hi poden perseguir. Seguidament, ens centrem en el que passa a l'escola i ens preguntem, des de l'educació formal, **quan i com s'ensenya sobre energia**. Per fer-ho, analitzem els diferents currículums vigents i analitzem breument els diferents enfocaments metodològics existents a les aules de Catalunya. I com que fora de l'escola el quan i el com són extremadament variables en funció dels múltiples factors que hi intervien (tipus d'activitat, entitats, disponibilitats de dades...), ens preguntem **qui i on s'ensenya sobre energia** fora de l'escola i, en aquest sentit, ens centrem en la identificació dels principals agents implicats en el procés d'ensenyament i aprenentatge de l'energia. Finalment, cal que

ens preguntem també **què és el que esperem que els i les estudiants siguin capaços de saber (i saber fer) sobre energia**, basant-nos en el que diuen els diferents currículums i indicadors internacionals sobre competències.

Abans de prosseguir, però, és necessari fer alguns aclariments sobre la terminologia que utilitzem al llarg del document i justificar per què utilitzem l'expressió “ensenyar” i per què utilitzem l'expressió “sobre energia”.

Figura 1: Diagrama de les grans preguntes que ens fem relacionades amb l'ensenyament i l'aprenentatge de l'energia a Catalunya.





Parlem d'educar, d'ensenyar, d'aprendre, de saber...?

En l'àmbit educatiu, els termes “educar, ensenyar, aprendre o saber” sovint s'utilitzen amb una distinció difusa, ja que quotidianament es considera que saber alguna cosa implica haver-la après, i haver-la après implica (sovint) que algú te l'hagi ensenyat. No obstant això, en un context tan divers com és el de l'educació sobre energia, en el qual hi ha implicats tants formats i tants agents, és necessari partir d'una distinció prèvia entre diferents accepcions d'ensenyar i d'aprendre vinculades a una acció educativa. Així, podem parlar, com a mínim, de quatre camps diferents d'acció educativa, en funció de la profunditat a què es vulgui arribar. (Taula 1).

En fer aquesta distinció, cal partir de la base que una mateixa acció educativa pot tenir impacte en diversos camps i també que pot impactar de manera distinta sobre diferents públics destinataris. Per exemple, un mateix taller fet amb estudiants de 10 anys pot cercar alhora donar-los una informació determinada i fer-los comprendre algun fenomen o procés determinat. A més, aquest mateix taller tam-

bé pot impactar de forma distinta sobre diferents estudiants, de manera que n'hi pot haver que simplement adquireixen un cert coneixement, mentre que d'altres canvien els seus hàbits o la seva capacitat d'actuació. Però és que, en un altre context, l'impacte també pot ser completament diferent del que tenia en el primer context. Per tots aquests motius, la frontera de l'impacte d'una acció educativa és difusa, i és per això que sovint es parla “d'ensenyar” i “d'aprendre” d'una manera genèrica.

Al llarg d'aquest document parlem d'ensenyar i d'aprendre assumint que no sempre parlem exactament del mateix, i que en alguns casos ens referim a qüestions merament informatives o divulgatives i en d'altres parlem de comprensió de conceptes i d'adquisició de competències per utilitzar-los en context. A mesura que discutim sobre el què, el perquè, el qui, el quan, l'on i el com, anirem situant totes les accions educatives identificades dins d'aquests camps d'impacte.

Taula 1. Classificació de camps d'acció educativa, en funció de la profunditat a què es vulgui arribar.

Camp de l'acció educativa	Què persegueix en els destinataris de l'acció educativa?	Exemple relacionat amb l'ensenyament de l'energia
Informació i difusió	Que acabin sabent que hi ha un conjunt d'informació, sense necessitat de conèixer-la a fons.	Saber que hi ha diferents tipus d'energies renovables.
Coneixement	Que coneguin una informació com a mínim a escala declarativa, i que sàpiguen identificar aquest coneixement en un context determinat.	Conèixer els diversos tipus d'energies renovables, les seves característiques principals i les diferències que hi ha entre ells.
Comprensió	Que siguin capaços de construir explicacions fonamentades en el coneixement adquirit.	Comprendre el funcionament d'un mecanisme d'aprofitament d'una font d'energia renovable i la relació d'aquest funcionament amb les avantatges i els inconvenients del tipus d'energia renovable que representa.
Actuació i apoderament	Que modifiquin la seva manera d'actuar i de posicionar-se envers el món que els envolta a partir de la comprensió dels fets adquirida i els valors associats.	Ser capaç de posicionar-se en una controvèrsia vinculada amb una decisió que inclou la instal·lació d'una central elèctrica d'algun tipus d'energia renovable a partir dels beneficis i els inconvenients que pugui tenir.



Ensenyar i aprendre energia o ensenyar i aprendre sobre energia?

Una segon aclariment necessari fa referència a l'expressió sobre energia. Aquesta qüestió ha estat discutida en profunditat en el camp de la didàctica de les ciències, en què sovint apareix la distinció entre aprendre ciències i aprendre sobre ciències. A què treu cap aquesta distinció?

S'acostuma a utilitzar el terme aprendre ciències en el sentit d'aprendre els continguts de la disciplina: els conceptes, els models, els fenòmens paradigmàtics, etc. En canvi, parlar d'aprendre "sobre ciències" és una manera d'ampliar l'objectiu d'aprenentatge, atès que, a més dels continguts de la disciplina, s'hi incorporen altres qüestions com ara la naturalesa de la disciplina (com es construeix i es valida el coneixement científic socialment acceptat), la seva pràctica professional (com són i què fan les persones científiques) o com s'emmarca aquesta disciplina en la

societat (quins valors implícits influeixen aquesta pràctica professional). (Taula 2).

L'ensenyament reglat més tradicional s'ha centrat històricament a ensenyar ciències i ha obviat el fet d'ensenyar sobre ciències. En canvi, els enfocaments més innovadors han tendit a posar el mateix èmfasi en tots dos vessants, assumint que estan entrellaçats i que un ensenyament en ciències que no inclogui la perspectiva sobre ciències és esbiaixat i artificial. Per aquest motiu, al llarg del document ens referim a ensenyar sobre energia com una manera d'incloure tots dos vessants, és a dir ensenyar energia i/o ensenyar sobre energia, assumint que, malauradament, no tots els recursos als quals ens referim aborden els dos vessants.

Focus didàctic	En quin tipus de coneixements se centra?	Exemple relacionat amb l'ensenyament de l'energia
Ensenyar ciències	Coneixements propis de la disciplina	Ensenyar l'equació que permet calcular l'energia potencial d'un cos.
Ensenyar ciències i/o sobre ciències	Coneixements propis de la disciplina i també sobre com és la disciplina i quin paper té en la societat	Ensenyar l'equació que permet calcular l'energia potencial d'un cos, ensenyar com la ciència utilitza equacions per fer càlculs i ensenyar per què això és útil per a la societat.

Taula 2. Exemple de la diferència entre ensenyar ciències o sobre ciències.

1.2. Què i per què s'ensenyar sobre energia?

Molts autors en el camp de l'ensenyament de les ciències assenyalen que l'energia és una de les idees científiques més difícils d'ensenyar. Robin Millar, professor de la Universitat de York i referent en aquesta temàtica, assegura en la publicació "Teaching about energy" (2005) que aquesta dificultat per ensenyar energia es deu a la contradicció inherent a aquest concepte: d'una banda, és una de les idees més abstractes de la ciència i, de l'altra, és un dels termes científics més generalitzats i familiars en la vida quotidiana. Això mateix afirma Claudi Mans, professor del Dept. d'Enginyeria Química de la UB, en un dels seus

articles, on assegura que "poques paraules trobaríem que usin alhora el científic i la persona del carrer, la publicitat i l'esotèric, el psicòleg i el polític, el dietista i l'artista de circ. I el més interessant del cas és que en la major part d'usos de la paraula els significats són força similars i homologables. Però potser caldria ser una mica més precisos quan la usem".

Però a què ens referim en realitat quan parlem d'ensenyar sobre energia, i per què té sentit ensenyar-la?



Què s'ensenyà sobre energia?

La universalitat de la idea d'energia fa que aquesta es presenti en molts moments diferents de l'escolaritat amb funcions i formats molt diferents. Per exemple, en l'educació primària sovint es parla de l'energia que aporten els aliments i que ens permet desenvolupar les nostres funcions vitals, i que hi ha aliments més o menys energètics en funció de les calories que contenen. Així, el professorat d'educació física explica als seu alumnat que abans de fer esport cal esmorzar bé, ja que, si no, no es tindrà prou energia per córrer. Però a aquest mateix alumnat de primària també se li explica que cal apagar el llum de la classe en sortir perquè cal estalviar energia, i que aquest estalvi també s'ha de fer a casa. Quan aquests nois i noies facin 12 anys i comencin l'ESO, ja no tindran tan clar per què cal fer aquest estalvi, ja que se'ls dirà que l'energia es conserva i se'ls ensenyarà que hi ha diferents tipus d'energia, distingint entre l'energia cinètica i la potencial. Amb una mica de sort, el professorat de física els presentarà unes equacions per calcular el valor de l'energia d'un cos que té una velocitat, es troba a una certa altura o a una certa temperatura; mentre que el professorat de química els explicarà que hi ha reaccions exotèrmiques (que desprenen energia) i endotèrmiques (que absorbeixen energia), sense especificar de quin dels dos tipus d'energia esmentats es tracta. A més, si utilitzen llibre de text de Física i química, aquest alumnat podrà llegir que hi ha diferents tipus d'energies renovables, cadascun dels quals té uns avantatges, unes limitacions i uns inconvenients, i potser recordaran un diagrama que l'any anterior havien vist a la classe de Tecnologia que mostrava com la turbina d'una central feia moure un generador que produïa una electricitat, i aquesta electricitat ens arribava a casa a través de la xarxa.

Aquest passeig per l'escolarització hipotètica d'un grup d'estudiants ens permet concloure que quan parlem d'energia en realitat en parlem des de perspectives molt diferents (social, ambiental, química, física, biològica, geològica, tecnològica, etc.), i això ens obliga a delimitar molt clarament en què ens fixem quan analitzem què s'ha d'ensenyar. Per fer-ho, ens valem de la perspectiva **CTS** (ciència, tecnologia i societat), un dels corrents més estesos en el camp de l'ensenyament de les ciències, per tal de situar l'ensenyament de l'energia com la combinació de tres blocs centrals de conceptes escolars diferents:

- El model **científic escolar** d'energia, que inclou les idees centrals d'energia com una propietat associada a la configuració dels sistemes, la idea de conservació en sistemes aïllats, la idea de transferència entre sistemes per

treball o per calor, i la idea de degradació de l'energia com a fet irreversible en tots els processos espontanis de la natura. Aquest conjunt d'idees és el que permet explicar en termes d'energia tota mena de fenòmens i canvis que es produeixen en el nostre entorn; per tant, és més o menys present en totes les disciplines científiques (física, química, biologia i geologia). De vegades, es parla d'aquest model com la mirada energètica als fenòmens naturals.

- Els processos **tecnològics** paradigmàtics des de la perspectiva energètica, és a dir, els que tenen a veure amb l'aprofitament, l'emmagatzematge, l'estalvi, la transferència, etc. Parlem de paradigmàtics perquè en tot procés tecnològic hi ha transferència d'energia, però aquesta transferència pot ser el centre de l'enginy o no. Per exemple, quan la tecnologia estudia com podem serrar fusta en un taller, encara que serrar fusta impliqui una transferència d'energia, no el considerem un procés tecnològic paradigmàtic, ja que una serra no és un enginy tecnològic pensat per aprofitar o estalviar energia. En canvi, si mirem com utilitzar la llum solar per generar electricitat amb una placa fotovoltaica o per fer funcionar un forn solar, sí que parlem d'un procés tecnològic paradigmàtic, ja que aquestes plaques han estat dissenyades justament per aprofitar l'energia solar.

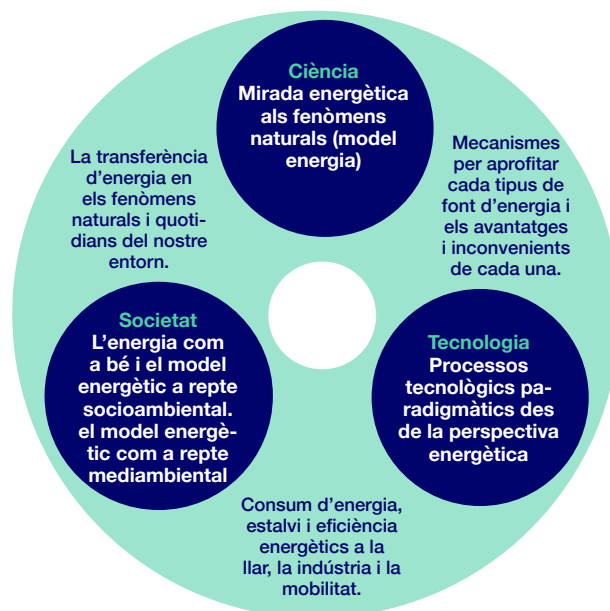


Figura 2. Diagrama que inclou els tres blocs centrals de conceptes escolars relacionats amb l'ensenyament de l'energia i els tres contextos socialment rellevants relacionats en què s'apliquen aquests conceptes escolars. Elaboració pròpia.

- L'estalvi, l'eficiència i l'equitat energètica com a repte **socioambiental**, emmarcats en la idea de l'energia com un recurs finit, però necessari per al desenvolupament, la distribució del qual està subjecta a decisions humanes. Això també inclou les conseqüències socials i ambientals que té el consum energètic a través dels combustibles fòssils, així com les desigualtats socials que intervenen tant en l'aprofitament com en el consum d'energia.

En paral·lel a aquests tres grans blocs curriculars que —com veurem més endavant— es repeteixen al llarg de l'escolarització, l'ensenyament de l'energia també està estretament vinculat a alguns contextos socialment rellevants molt determinats, que són els que apareixen de manera reiterada en la major part dels recursos educatius disponibles a Catalunya. En resum, els principals contextos en què es presenten els temes relacionats amb l'ensenyament de l'energia en els recursos educatius existents són:

- La transferència d'energia en els fenòmens naturals i quotidians del nostre entorn: l'energia en les xarxes tròfiques i l'alimentació, l'energia en la salut i els esports, l'energia en els canvis químics quotidians, etc.
- Els mecanismes per aprofitar cada tipus de font d'energia i els avantatges i els inconvenients de cadascun d'aquests tipus, tant des del punt de vista de l'eficiència com pel que fa als impactes socials i ambientals que tenen.

- El consum d'energia i l'estalvi energètic en situacions quotidianes i domèstiques (a l'escola, a la llar, a la ciutat, etc.), tant des del punt de vista de les instal·lacions com des del punt de vista dels hàbits, i la pobresa energètica, entesa com la manca d'accés a l'energia a la llar. També l'eficiència energètica associada a la indústria i a la mobilitat, especialment la qüestió de l'energia als transports i també els sistemes per transportar i emmagatzemar energia (el cotxe elèctric, l'hidrogen, etc.) i el rendiment de la maquinària industrial.



Per què s'enseny sobre energia?

Si bé la qüestió del **què** acostuma a situar-se en un pla més normatiu i explícit (relacionat amb el currículum escolar o amb directrius educatives determinades), la qüestió del **perquè** acostuma a quedar relegada a un pla més implícit i interpretatiu. Aquesta qüestió ha estat discutida en profunditat des del camp de l'ensenyament de les ciències, i, tot i haver-hi nombrosos punts de vista, hi ha un consens entorn del fet que l'ensenyament de l'energia al llarg de l'escolaritat no persegueix una única finalitat, o que, com a mínim, aquesta no pot ser només “perquè surt al currículum i els estudiants han d'aprovar l'examen”. Basant-nos en la proposta clàssica del llibre “Teaching Science” (Sands i Hull, 1985), en la qual s'inspiren els diferents currículums, podem identificar quatre grans raons que permeten justificar per què cal ensenyar sobre energia a infants i joves. (Taula 3).

La raó utilitària	Aprendre sobre energia pot ser útil per comprendre fenòmens i processos de la vida diària. Disposar d'un model d'energia pot ajudar les persones a raonar millor i, per tant, a prendre decisions més encertades i beneficioses. Per exemple, entendre la transferència d'energia pot ajudar a conduir d'una manera més eficient i estalviar benzina, o bé a triar el millor material per aïllar tèrmicament una habitació. Aprendre sobre energia pot ajudar també a desenvolupar actituds científiques com la curiositat o l'esperit crític, que són de gran importància per a la vida quotidiana.
La raó democràtica	Aprendre sobre energia ajuda els ciutadans i les ciutadanes a prendre decisions informades respecte a qüestions socialment o personalment rellevants, com la crisi energètica, energies renovables, begudes energètiques, energies verdes, etc. Pot ajudar a despertar la consciència de conservar i respectar el medi ambient, així com a adquirir hàbits saludables per a un mateix. Per tant, una societat amb ciutadans i ciutadanes més capaços de prendre decisions és una societat més democràtica.
La raó cultural	Aprendre sobre energia permet engrandir la cultura dels individus, ja que l'energia representa una manera pròpia de mirar el món i els seus fenòmens, i l'energia és un dels elements centrals de la cultura i l'alfabetització científica que caldria esperar per a qualsevol persona. La nostra cultura està influïda per molts contextos sociohistòrics en què l'energia ha tingut un paper determinant, des de la màquina de vapor fins a la configuració demogràfica de Catalunya. Alhora, gaudir fent ciència (en aquest cas, sobre energia) pot ser tan important i culturalment rellevant com gaudir amb altres expressions culturals com ara l'art o la literatura.
La raó socioeconòmica	Aprendre sobre energia implica preparar els i les estudiants perquè siguin capaços de seguir estudis posteriors sense dificultats i, per tant, esdevenir professionals més ben formats i capacitats per desenvolupar tasques de caràcter científicotècnic. Aquesta millor formació i capacitat pot tenir un impacte directe en el desenvolupament socioeconòmic d'una societat.

Taula 3. Motius per ensenyar sobre energia a infants i joves.

1.3. A l'escola: quan i com s'ensenya sobre energia?

A causa de la seva quotidianitat, la idea d'energia apareix des dels primers nivells de l'escolaritat, i aquesta presència es va repetint de manera recurrent en els diferents cursos, amb l'objectiu que l'alumnat vagi construint un corpus de coneixement cada vegada més sòlid i sofisticat que s'interrelaciona amb molts altres aprenentatges. Però quan apareixen les diferents peces que ajuden a construir aquest coneixement? I com s'ajuda des de l'escola a avançar en aquest procés?



Quan s'ensenya sobre energia?

En les darreres dècades, la qüestió de **quan** s'ha d'ensenyar sobre energia ha estat present en el disseny curricular de molts països. Diferents institucions educatives d'arreu del món han elaborat propostes de progressions d'aprenentatges que especifiquen en quin moment de l'escolaritat cal introduir cadascun dels conceptes relacionats amb l'energia, des de quina perspectiva i amb quina profunditat. Una d'aquestes propostes, amb un important reconeixement, és la que recentment ha proposat la IAP (xarxa internacional d'acadèmies científiques) en el marc del document Working with Big Ideas of Science Education (Harlen, 2015). (Figura 3).

En aquesta proposta de progressió d'aprenentatge:

- L'energia apareix en els primers nivells d'escolaritat (dels 5 als 7 anys) com **una manera de mirar els canvis** que es produeixen en l'entorn dels infants (els objectes que canvien el seu moviment, l'aigua que s'escalfa o es refreda, la bombeta que s'il·lumina, etc.).
- Més endavant, en l'etapa dels 7 als 11 anys, els canvis esmentats s'associen amb una transferència d'energia i, per tant, també amb la idea de **font d'energia** de la qual es transfereix energia a altres objectes. Això permet fer una primera distinció entre fonts d'energies renovables i no renovables.

- En l'etapa dels 11 als 14 anys, l'energia pren un significat més concret, associat a la **capacitat que els canvis es produeixin**. És el període de l'escolaritat en què s'estudien les **diferents configuracions o estats** dels materials als quals s'associa energia (la compressió o l'estirament, als quals s'associa energia potencial elàstica; l'altura d'un objecte, a la qual s'associa energia potencial gravitatòria; la temperatura d'un material, a la qual s'associa energia interna; el moviment d'un cos, al qual s'associa energia cinètica, etc.). És també l'etapa en què es parla de processos reversibles i irreversibles a partir de la idea de **degradació de l'energia**.

- En l'etapa dels 14 als 17 anys, s'introdueix una nova configuració a la qual s'associa energia (la nuclear), i es relaciona el model d'energia amb la contradicció entre la **demanda energètica creixent i la limitació de recursos**.

En el cas de Catalunya, la regulació de l'ensenyament de l'energia la plasmen els diferents currículums oficials. Els documents de referència en els darrers anys van ser els tres currículums aprovats el 2008, que inclouen l'educació primària, l'educació secundària i el batxillerat. No obstant això, les darreres reformes educatives han portat a un nou currículum per a l'ESO (Decret 187/2015; DOGC núm. 6945, de 28.8.2015) que regula l'ensenyament obligatori en l'àmbit científicotecnològic entre 1r i 3r d'ESO, i les assignatures optatives en aquest àmbit a partir de 4t d'ESO. Aquests currículums han incorporat en els darrers anys un enfocament cada cop més competencial i, per tant, **han tendit progressivament a centrar-se més en el que els i les estudiants han de ser capaços de fer que no pas en quins són els continguts propis de cada curs**. Alhora, en els darrers temps dos documents més han adquirit rellevància a l'hora d'establir un marc per a l'ensenyament científicotecnològic. Ens referim, d'una banda, als documents "Competències bàsiques de l'àmbit científicotecnològic" i Marc conceptual de la prova d'avaluació de la competència científicotecnològica."



Portades i imatges dels documents que defineixen els currículums i les competències de diversos nivells educatius.

4 A l'univers sempre hi ha la mateixa quantitat d'energia, però pot ser transferida d'una reserva energètica a una altra durant un esdeveniment

Molts processos o esdeveniments impliquen canvis i necessiten una font d'energia perquè es produeixin. L'energia es pot transferir d'un cos o grup de cossos a un altre de diferents maneres. Durant aquests processos, una part de l'energia es fa més difícil d'utilitzar. L'energia no es pot crear ni destruir. Quan s'ha alliberat energia cremant un combustible fòssil amb oxigen, una part de l'energia adquireix una forma que ja no és tan fàcil de fer servir.

5-7

Hi ha diferents maneres de causar un esdeveniment o provocar el canvi en objectes o materials. Es pot fer canviar el moviment dels objectes empenyent-los o tirant d'ells. Escalfar-los pot causar canvis, per exemple cuinant, fonent sòlids o transformant l'aigua en vapor. L'electricitat pot encendre bombetes. El vent pot fer girar les pales dels aerogeneradors.

7-11

En tots aquests canvis, l'energia es transfereix d'un objecte, que és una font d'energia o recurs, a un altre. Els combustibles com el petroli, el gas, el carbó i la fusta són recursos energètics. Alguns recursos energètics són renovables, com els que es produeixen mitjançant el vent, les onades, la llum del sol i les marees, i d'altres són no renovables, com els que provenen de la combustió de combustibles fòssils amb oxigen.

11-14

Els objectes poden tenir energia emmagatzemada (és a dir, la capacitat de provocar canvis en les coses) per la seva composició química (com en el cas dels combustibles i les bateries), el seu moviment, la seva temperatura, la seva posició en un camp gravitacional o altres tipus de camps, o per la compressió o distorsió d'un material elàstic. L'energia es pot emmagatzemar elevant un objecte per sobre del terra. Quan s'allibera i cau, aquesta energia s'emmagatzema en el seu moviment. Quan un objecte s'escalfa té més energia que quan és fred. Un objecte a una temperatura més elevada escalfa l'entorn o els objectes més freds que hi estan en contacte fins que tots arriben a la mateixa temperatura. La velocitat amb què es produeix aquest fenomen depèn del tipus de material que s'escalfa i dels materials que hi hagi entre ells (si són aïllants o conductors tèrmics). Els productes químics de les cel·les d'una bateria emmagatzemen energia que s'allibera quan la bateria es connecta, moment en què flueix un corrent elèctric que transfereix energia a altres components del circuit i a l'entorn. L'energia es pot transferir per radiació, com el so per l'aire o la llum en aire o en el buit.

Molts processos i fenòmens es descriuen en termes d'intercanvis d'energia, des del creixement de les plantes fins a la meteorologia. La transferència d'energia per fer que passin coses gairebé sempre provoca que l'energia es comparteixi més àmpliament, escalfant més àtoms i molècules i escampant-se per conducció o radiació. El procés no es pot revertir i l'energia del moviment aleatori de les partícules no es pot aprofitar fàcilment. Per tant, una part de l'energia es dissipa.

14-17

L'energia no es pot crear ni destruir. Quan l'energia es transfereix d'un objecte a d'altres, la quantitat total d'energia de l'univers es manté igual; la quantitat que un objecte perd és la mateixa que altres objectes guanyen. Quan el Sol escalfa la Terra, el Sol va perdent energia gradualment a través de la radiació, escalfant la Terra i altres planetes. La massa dels àtoms és una forma d'energia emmagatzemada, anomenada energia nuclear. Els àtoms radioactius alliberen aquesta energia, que pot estar disponible en forma de calor.

A tot el món està augmentant la demanda d'energia a mesura que les poblacions humanes creixen i perquè els estils de vida moderns requereixen més energia, especialment en la seva forma més pràctica, l'energia elèctrica. Els combustibles fòssils, que sovint s'utilitzen a les centrals elèctriques i els generadors, són un recurs limitat i la seva combustió contribueix a l'escalfament global i al canvi climàtic. Per tant, s'han de buscar altres maneres de generar electricitat, reduint-ne al mateix temps la demanda i millorant l'eficiència dels processos en què la fem servir.

Figura 3: Traducció de la progressió d'aprenentatge sobre l'energia publicada per la IAP, Working with Big Ideas of Science Education (Harlen, 2015).



L'ensenyament de l'energia a primària

En el darrer currículum d'educació primària (Decret 119/2015), l'ensenyament de l'energia se situa en l'assignatura “**Coneixement del medi natural, social i cultural**”. Aquesta assignatura està estructurada tant en dimensions competencials com en continguts. Aquests darrers, dins de l'àrea de coneixement del medi natural, es classifiquen en cinc grans blocs: Iniciació a l'activitat científica; El món dels éssers vius; Les persones i la salut; Matèria i energia; i Entorn, tecnologia i societat. En els tres cicles de primària, l'energia apareix en els dos darrers blocs, tal com es mostra en la taula 4.



L'ensenyament de l'energia en l'educació secundària obligatòria

Pel que fa a l'educació secundària obligatòria, el currículum científicotecnològic estableix la presència de l'ensenyament de l'energia en diferents cursos i en diferents matèries. (Taula 5.) Igual com succeeix en el de primària, el

currículum de secundària també combina la presentació de competències i de continguts clau. Això fa que els diferents apartats del currículum on podem identificar referències explícites a l'energia siguin:

- Les competències bàsiques científicotecnològiques i els continguts clau relacionats.
- Els continguts específics de la matèria Biologia i geologia.
- Els continguts específics de la matèria Física i química.
- Els continguts específics de la matèria Tecnologia.

Pel que fa a la llista de **competències bàsiques de l'àmbit científicotecnològic**, el currículum en presenta quatre que són especialment rellevants des de la perspectiva energètica:

- Competència 1. “Identificar i caracteritzar els sistemes físics i químics des de la perspectiva dels models, per comunicar i predir el comportament dels fenòmens naturals”.
- Competència 7. “Utilitzar objectes tecnològics de la vida quotidiana amb el coneixement bàsic del seu funcionament, manteniment i accions a fer per minimitzar els riscos en la manipulació i en l'impacte mediambiental.”

Taula 4. Presència de l'ensenyament d'energia als tres cicles de primària.

Cicle i edat	Bloc Matèria i energia	Bloc Entorn, tecnologia i societat
6-7 anys (1r cicle primària)	Observació i descripció d'interaccions que produeixen canvis en un sistema.	Observació del funcionament d'aparells habituals de casa i de l'escola, i de les parts que els componen, i reconeixement de l'energia que utilitzen.
8-9 anys (2n cicle primària)	Fonts d'energia i cadenes energètiques relacionades amb canvis observats en la vida quotidiana. Ús responsable de les fonts d'energia.	Fonts d'energia amb què funcionen algunes màquines. Eines, màquines i fonts d'energia utilitzades en diferents èpoques històriques: relació amb les condicions de vida i de treball.
10-11 anys (3r cicle primària)	Fonts d'energia més utilitzades en la societat. Diferenciació entre energies renovables i no renovables.	Valoració de la importància d'adoptar comportaments que minimitzin el consum elèctric.

Taula 5. Presència de l'ensenyament d'energia en l'educació secundària obligatòria.

	Física i química	Biologia i geologia	Tecnologia
1r ESO		No	No
2n ESO	Sí		Sí
3r ESO	Sí	Sí	No
4t ESO	Optatiu	Optatiu	Optatiu

- Competència 8. “Analitzar sistemes tecnològics d’abast industrial, avaluar-ne els avantatges personals i socials, així com l’impacte en la salubritat i el medi ambient”.

- Competència 11. “Adoptar mesures amb criteris científics que evitin o minimitzin els impactes mediambientals derivats de la intervenció humana”.

Al mateix temps, aquesta llista de competències també va acompanyada de continguts clau, entre els quals els que tenen una relació més directa amb l’energia són:

- Contingut clau 2. “Model d’energia”.
- Contingut clau 27. “Sostenibilitat: consum d’energia, despesa d’impressió, mesures d’estalvi, substitució de dispositius, etc”.

Cada una d’aquestes competències, després d’una presentació, apareix desgranada, d’una banda, en tot allò que comporta i, de l’altra, en una gradació del nivell d’assoliment de la competència. La figura 4 mostra l’explicació en detall de la competència 11.

Pel que fa als continguts específics sobre energia en l’assignatura de Física i química, en trobem en els tres cursos en què hi ha l’assignatura (2n, 3r i 4t). (Taula 6).

Pel que fa a l’assignatura de tecnologia, hi ha referències implícites a les qüestions energètiques tant a segon com a tercer curs. (Taula 7).

Competència 11. Adoptar mesures amb criteris científics que evitin o minimitzin els impactes mediambientals derivats de la intervenció humana

El domini d’aquesta competència ha de permetre identificar les característiques general de les accions humanes en el medi, relacionar-les amb el desenvolupament sostenible, i ha d’afavorir el sentit crític sobre els problemes que aquestes accions podent plantejar, tot i que els seus objectius semblin inicialment adequats.

Aquesta competència comporta:

- Conèixer les principals demandes d’energia i de recursos naturals.
- Saber diferenciar els recursos renovables i no renovables.
- Comprendre les limitacions d’aquestes demandes que imposen els sistemes físics, químics, biològics i geològics.
- Explicar els impactes ambientals i justificar determinades decisions a partir de proves experimentals i proposar regles d’ús responsable de materials, recursos naturals i energia.
- Valorar la dimensió social de la ciència i la necessària col·laboració i cooperació de moltes persones per assegurar que els recursos s’aprofiten bé i arriben a tothom.
- Implicar-se i participar en projectes de preservació del medi ambient i la sostenibilitat.

Gradació del nivell d’assoliment de la competència

Nivell 1

11.1. Identificar els principals factors que cal tenir en compte per evitar el consum desmesurat d’un recurs natural i per aplicar les mesures d’estalvi i recuperació adequades.

Nivell 2

11.2. Relacionar el consum d’un recurs natural i amb les seves limitacions i els impactes que causa en els ecosistemes, i aplicar amb criteris mesures per minimitzar-los.

Nivell 3

11.3. Argumentar les mesures d’estalvi d’un recurs concret en relació amb d’altres i en funció dels principis científics, socials i econòmics implicats.

Figura 4. Exemple de presentació en detall d’una de les competències del currículum de l’Educació Secundària Obligatòria (ESO) relacionada amb l’energia.

Taula 6. Continguts específics sobre energia en l'assignatura de Física i química.

2n ESO	L'energia (CC2, CC5) • L'energia i la seva relació amb el canvi. L'energia en la vida quotidiana. • Transferència d'energia en forma de treball. Aplicació a les màquines. • Diferenciació entre energia cinètica i potencial. • Transferència d'energia en forma de calor, relació amb la variació de temperatura i canvis d'estat. Propagació de la calor (conducció, convecció i radiació). - Materials aïllants i conductors en la vida quotidiana. • Transferència d'energia en forma de llum i so. Propagació de la llum i el so. - Aplicacions a la vida quotidiana. • Conservació i dissipació de l'energia en les transferències energètiques. - Rendiment de les transferències energètiques en la vida quotidiana. • Fonts d'obtenció d'energia i sostenibilitat. Mesures individuals i col·lectives d'estalvi energètic.
3r ESO	L'energia i els canvis (CC2, CC6) • Transferència d'energia en les reaccions químiques. Anàlisi de les combustions. Exemples en els éssers vius (fotosíntesi i respiració). • Canvis químics produïts pel corrent elèctric: electròlisi. • Circuit elèctric tancat: transport d'energia, cicle d'electrons, diferència de potencial i intensitat. Relació entre diferència de potencial i intensitat en la vida quotidiana. Llei d'Ohm. • Generació d'energia elèctrica a partir de diferents fonts i el seu impacte en el medi. • Cadenes energètiques. Canvis en l'energia útil i el treball.
4t ESO (optatiu)	Estructura i propietats de les substàncies • Observació experimental de propietats de substàncies: conducció de l'electricitat en estat pur o en dissolució, punt de fusió, duresa, etc. i classificació de les substàncies segons les seves propietats identificades. Interpretació en funció de l'enllaç: iònic, covalent i metàl·lic. • Establiment de relacions entre l'organització dels elements en la taula periòdica i la seva estructura. Interpretació de l'estructura de l'àtom a partir d'evidències de la distribució dels electrons en nivells d'energia. • Interpretació de la capacitat de l'àtom de carboni per formar enllaços. Identificació dels hidrocarburs com a recurs energètic i dels problemes ambientals relacionats amb el seu ús.

Taula 7. Continguts específics sobre energia en l'assignatura de tecnologia.

2n ESO	Electricitat (CC19, CC20, CC22, CC24, CC25) • Elements d'un circuit elèctric i la seva simbologia: generadors, conductors, receptors i aparells de comandament i elements de protecció. • Corrent altern i continu. Efectes del corrent elèctric: llum, calor, moviment i magnetisme. • Magnituds elèctriques bàsiques en un circuit. Tensió elèctrica, intensitat i resistència. Relacions entre les tres magnituds. • Característiques bàsiques dels receptors elèctrics. Els motors elèctrics. • Disseny i construcció de circuits elèctrics senzills. • Processos de generació d'electricitat a partir de diferents fonts d'energia. Energies renovables i no renovables. Energia elèctrica i sostenibilitat. • Anàlisi i disseny de circuits elèctrics amb el suport d'aplicacions digitals de simulació.
3r ESO	Màquines i mecanismes (CC17, CC18, CC19, CC20, CC21) • Anàlisi d'objectes quotidians i construccions simples. • Màquines tèrmiques. Ús de combustibles tradicionals i alternatius i el seu impacte en el medi. • Mecanismes per a la transmissió i transformació del moviment i la seva funció en diferents màquines. • Anàlisi de mecanismes mitjançant aplicacions digitals. • Disseny, desenvolupament i avaluació de projectes amb mecanismes i associacions de mecanismes.
4t ESO (optatiu)	L'habitatge • Valoració d'estratègies d'estalvi energètic i d'aigua als habitatges: arquitectura bioclimàtica i domòtica. - Electrònica, pneumàtica i hidràulica • Anàlisi de circuits electrònics analògics i digitals senzills, reconeixent els components bàsics, la seva simbologia i el seu funcionament. Realització de càlculs. • Caracterització d'aplicacions de l'electrònica a processos tècnics i aparells. • Ús de simuladors per analitzar el funcionament de circuits electrònics i dissenyar circuits pneumàtics i hidràulics. • Disseny i muntatge de circuits electrònics i pneumàtics que compleixin o realitzin una funció determinada.

Finalment, pel que fa a l'assignatura de Biologia i geologia, les referències explícites a l'energia van associades a la perspectiva biològica de l'energia (les transferències d'energia a escala cel·lular i a escala d'individus en un ecosistema). (Taula 8).



L'ensenyament de l'energia al batxillerat

En el cas del batxillerat, la presència curricular de l'energia se cenyeix a les assignatures dels itineraris científics i tec-

nològics. No obstant això, és important remarcar que malgrat que l'any 2012 es va eliminar l'assignatura comuna a tot el batxillerat Ciències per al món contemporani, durant alguns anys també s'inclouia en la resta d'itineraris de batxillerat (social, lingüístic i artístic) continguts explícits d'energia en el marc de l'assignatura Ciències per al món contemporani. (Taula 9).

Pel que fa a la presència de l'energia en aquestes assignatures dels itineraris científicotecnològics, trobem el que es pot veure a la (Taula 10).

3r ESO	La nutrició humana (CC10, CC29) • Alimentació i respiració com a processos per obtenir matèria i energia. Digestió dels aliments i assimilació de nutrients des del medi extern al medi intern. Alimentació equilibrada. Conductes de risc relacionades amb l'alimentació. • Intercanvi de matèria i energia que té lloc a les cèl·lules i la seva relació amb les funcions cel·lulars i la síntesi de molècules. • Aparells, òrgans i sistemes que aporten nutrients i eliminen residus de la cèl·lula: digestiu, respiratori, circulatori i excretor. • La respiració cel·lular com a procés d'oxidació de nutrients per transferir energia a la cèl·lula. Ecosistemes i activitat humana (CC12, CC13, CC25, CC26, CC27) • Ecosistemes. Paper dels elements que el configuren. Conseqüències de la seva modificació en termes de transferència de matèria i energia. Similituds i diferències entre ecosistemes diversos: agrícoles, aquàtics, forestals, etc. • Impactes de l'activitat humana sobre l'atmosfera, la hidrosfera i el sòl. Diferenciació entre contaminació i contaminant; impacte d'alguns contaminants. • Riscos derivats dels processos geològics externs. Erosió, moviments de vessant. Inundacions. L'activitat humana com a afavoridor d'alguns d'aquests processos. Impacte, predicció i mesures de prevenció. • Riscos derivats dels processos geològics interns: sismicitat i vulcanisme. Zones de risc en el marc de la tectònica de plaques. Impacte, predicció i mesures de prevenció. Lectura de mapes geològics. • Anàlisi d'alguns problemes ambientals com: la generació de residus, la pluja àcida, la disminució de la capa d'ozó i l'augment del diòxid de carboni atmosfèric. Argumentació de mesures preventives i correctores i concreció de propostes d'actuació a l'entorn proper.
Ciències per al món contemporani	Desenvolupament humà i desenvolupament sostenible • Anàlisi dels patrons de consum d'energia. Càlcul i comparació del consum d'energia en diferents societats. Eficiència en l'ús de combustibles per al transport. El consum i l'estalvi d'energia a la llar. Valoració dels beneficis i limitacions de l'ús de les energies renovables
Ciències de la Terra i del medi ambient (1r)	La geosfera • Definició del concepte de vulcanisme. Identificació i classificació dels productes volcànics. Diferenciació dels tipus d'erupcions volcàniques. Definició del concepte de terratrèmol. Identificació de les ones sísmiques. Interpretació de sismogrames. Comparació de les diferents escales de mesura. Explicació de la distribució mundial de volcans i terratrèmols. Aplicació del mètode per a la localització i càlcul de la magnitud dels sismes. Aplicacions de l'energia geotèrmica.
Ciències de la Terra i del medi ambient (2n)	Aplicacions de l'energia geotèrmica. Les capes fluides de la Terra • Caracterització de l'atmosfera: composició, estructura i evolució. Comprensió del concepte d'energia solar. Càlcul del balanç energètic. Coneixement de la funció reguladora de l'atmosfera i com a filtre protector. Exposició de la dinàmica atmosfèrica: identificació dels agents i processos atmosfèrics. Identificació dels factors responsables dels canvis climàtics. • Anàlisi dels usos de les aigües. Valoració dels recursos hídrics de Catalunya. Evidència de l'aigua com a font d'energia: aplicació a les centrals hidroelèctriques.

Taula 8. Presència de l'energia en les assignatures dels itineraris científicotecnològics del batxillerat.

Taula 9. Presència de l'energia a l'assignatura "Ciències per al món contemporani".

Taula 10. Presència de l'energia a les assignatures dels itineraris científicotecnològics.

Física (1r)	L'energia • Aprofundiment dels conceptes de treball i calor com a maneres de transferir energia. Anàlisi de sistemes en què hi hagi intercanvi d'energia mitjançant calor i/o treball. • Caracterització de les diferents formes d'energia mecànica: energia cinètica, energia potencial gravitatòria i energia potencial elàstica i les seves transformacions. Determinació quantitativa de les variacions d'energia cinètica, potencial gravitatòria i/o elàstica en situacions preferentment reals, i del treball realitzat per les forces que hi intervenen. • Diferenciació de transformació i transferència d'energia. Realització d'experiments reals i/o simulats en els quals es mostrin de manera qualitativa i quantitativa processos de transferència i de transformació de l'energia. Mesura i determinació de la calor que intervé en un procés en què canvia la temperatura o l'estat físic d'un sistema. • Determinació experimental de la potència de màquines en funcionament i de persones realitzant activitats físiques. Rendiment: avaluació de l'eficiència energètica de sistemes senzills. • Anàlisi de processos de conservació i degradació de l'energia. Comprensió de les limitacions als processos possibles derivades de la conservació i la degradació de l'energia. Elaboració d'un treball sobre l'obtenció i el consum d'energia a diferents escales a partir d'una recerca documental i fent argumentacions basades en consideracions energètiques, criteris quantitius o semiquantitatius i valoració de mesures concretes d'estalvi d'energia o altres. El corrent elèctric • Coneixement de generadors de corrent continu: piles, piles de combustible, cèl·lules fotovoltaïques, fonts d'alimentació. Relació entre energia i potència aportada al circuit. Càlcul de la força electromotriu, FEM, i de la resistència interna.
Física (2n)	Les ones i el so • Caracterització de les ones sonores: model basat en la vibració d'un objecte i la transmissió de la perturbació per l'aire fins a arribar a les nostres orelles. Reconeixement de la transferència d'energia sense transferència de matèria com a característica general de les ones. Utilització de models mecànics i simulacions per tal d'ajudar a la comprensió del model. Realització de càlculs sobre la velocitat de propagació d'una ona. Els planetes i satèl·lits • Comprensió i aplicació de l'energia potencial gravitatòria. Determinació de l'energia necessària per enviar un satèl·lit a una òrbita circular o per enviar-lo fora del camp gravitatori de la Terra. Velocitat d'escapament. • Caracterització de naus espacials i satèl·lits artificials. Aplicació en camps diversos. Recerca d'informació de dades de les naus, dels seus llançaments i de detalls orbitals. Estudi, mitjançant simulacions, de diferents paràmetres orbitals d'una nau espacial. Anàlisi de diferents tipus d'òrbites en funció de l'energia mecànica. La nova visió de l'Univers • Caracterització de la física nuclear: dimensions i característiques dels nuclis; desintegració nuclear. Aplicació dels radioisòtops. Reconeixement de l'equivalència massa-energia. Diferenciació entre fissió nuclear i fusió nuclear. Valoració de l'energia nuclear com a font d'energia. Discussió argumentada dels pros i contres de l'ús de l'energia nuclear. • Evidenciació de l'energia recollida per una cèl·lula fotoelèctrica. Caracterització de l'efecte fotoelèctric: quantificació mitjançant simulacions o experiments reals. El camp elèctric • Descripció del funcionament d'un tub de raigs catòdics de televisió. Reconeixement quantitatiu de la transformació d'energia en un canó d'electrons. Comparació de la transformació d'energia en un canó d'electrons i la que es produeix en un camp gravitatori uniforme. • Identificació del potencial elèctric com a energia potencial elèctrica per unitat de càrrega i del seu caràcter escalar. Reconeixement de línies de camp i superfícies equipotencials. Utilització de simulacions per tal de visualitzar-les. Determinació experimental de superfícies equipotencials. • Relació entre força i gradient d'energia potencial i entre camp i gradient de potencial per a un camp elèctric uniforme. Aplicacions de la desviació de partícules carregades movent-se en el si de camps elèctrics uniformes: acceleradors lineals i circulars. Comparació amb la desviació de masses movent-se en un camp gravitatori uniforme.

Química (1r)	Un model per als àtoms Evidència experimental de l'existència de subnivells d'energia en els àtoms a partir de la variació de les successives energies d'ionització. Relació entre la distribució dels electrons per nivells i subnivells i la posició dels elements representatius en la taula periòdica.
Química (2n)	La radiació, els àtoms i les molècules - Caracterització del model ondulatori de l'àtom i de la quantificació de l'energia. Concepte d'orbital. Predicció de les configuracions electròniques. Explicació de la periodicitat d'algunes propietats dels àtoms (volum atòmic, energia d'ionització, electronegativitat) en funció de la seva estructura electrònica. - Relació entre la temperatura i l'energia cinètica mitjana de les molècules d'un gas. Interpretació de les velocitats de difusió dels gasos a partir de la seva massa molecular. Elaboració del model de gas real per explicar les desviacions respecte del comportament ideal. Caracterització del procés de liquació d'un gas. Els canvis d'energia en les reaccions químiques - Valoració de la importància de l'aspecte energètic de les reaccions químiques, en particular, de les reaccions de combustió de compostos orgànics. - Elaboració del concepte d'energia interna d'una substància a escala microscòpica. Definició d'entalpia d'una substància. Determinació experimental de la calor d'una reacció i interpretació com a variació d'energia interna o d'entalpia. Relació entre l'energia i l'entalpia d'una reacció. - Establiment de la llei de Hess. Visualització de l'entalpia d'una reacció mitjançant un diagrama d'entalpies i càlcul a partir de les entalpies de formació dels compostos que hi intervenen. - Elaboració del concepte d'entalpia d'enllaç. Consideració dels factors dels quals depèn la fortalesa de l'enllaç: longitud, polaritat i caràcter simple, doble o triple de l'enllaç. Predicció qualitativa del caràcter exotèrmic o endotèrmic d'una reacció i estimació quantitativa de l'entalpia d'una reacció a partir de les entalpies d'enllaç. - Elaboració del concepte d'entalpia reticular en relació amb el model electrostàtic de sòlid iònic. Determinació de l'entalpia reticular d'un compost iònic binari a partir de les entalpies de formació, d'atomització i d'ionització dels seus elements. Les piles i cel·les electrolítiques - Realització experimental d'una electròlisi. Caracterització dels processos electroquímics que tenen lloc en l'electròlisi de l'aigua. Descripció d'algunes aplicacions de l'electròlisi: recobriments electrolítics i refinació electrolítica. Descripció del procés industrial d'obtenció de clor i lleixiu a partir de l'electròlisi de la salmorra. Descripció del funcionament de les piles de combustible. Valoració de la importància de l'hidrogen com a font d'energia en substitució dels combustibles fòssils.
Biologia (2n)	L'intercanvi de matèria i energia entre els organismes i el seu entorn - Caracterització dels organismes com a sistemes oberts que intercanvien matèria i energia amb l'entorn i identificació dels tipus metabòlics dels éssers vius. Càlcul del balanç energètic a escala d'organisme. - Reconeixement de l'estructura dels principals monosacàrids i formació de l'enllaç glucosídic; disacàrids i polisacàrids i de l'estructura dels principals lípids. Interpretació de la relació estructura-funció dels principals glúcids i lípids. Identificació experimental de la presència de glúcids i lípids en els aliments. Valoració de les aplicacions de la biotecnologia alimentària: aliments funcionals i transgènics. - Reconeixement general de les rutes metabòliques. Comparació entre l'anabolisme i el catabolisme. Anàlisi del significat biològic, a escala molecular i cel·lular de les principals rutes catabòliques. Diferenciació de les fases de la respiració cel·lular i relació amb l'estructura del mitocondri. Identificació del paper de l'oxigen en la respiració aeròbica. Anàlisi de les fermentacions com a degradacions parcials de les biomolècules i la seva aplicació en l'obtenció d'aliments. Recerca experimental d'alguns factors que intervenen en el procés de la fermentació. Anàlisi del procés de regulació de les vies metabòliques.

Biologia (2n)	La biodiversitat • Anàlisi de la diversitat ecològica en el context dels diversos ecosistemes. Interpretació de la selecció natural i l'adaptació com a resultat del procés de relació entre biòtops i biocenosis. Anàlisi del flux d'energia com a motor dels ecosistemes i interpretació de la seva complexitat en termes de producció. Representació esquemàtica i discussió de xarxes tròfiques de diversos ecosistemes (terrestres i aquàtics). Reconeixement de la importància dels productors en el manteniment dels ecosistemes i de la vida a la Terra. Anàlisi i significació de la fotosíntesi. Revisió de l'estructura dels cloroplasts. Experimentació i/o simulació del procés fotosintètic i indagació dels factors que hi intervenen. Contrastació de la fotosíntesi amb altres formes de producció; significació de la quimiosíntesi.
Electrotècnia (2n)	Magnetisme i electromagnetisme • Descripció d'inducció electromagnètica. Enumeració de les lleis fonamentals de magnetisme i electromagnetisme. Explicació del concepte d'autoinducció. Enumeració d'aplicacions.
Tecnologia industrial (1r)	Sistemes energètics • Identificació de les fonts d'energia i recursos energètics. Comparació entre energies renovables i no renovables. • Caracterització de l'obtenció, la generació i la transformació de les principals fonts d'energia. Enumeració de les centrals productores d'energia. Apreciació de l'impacte mediambiental. • Descripció del transport d'energia i de les xarxes de distribució. • Muntatge i experimentació d'instal·lacions de transformació d'energia. • Valoració crítica del consum d'energia. Descripció de les tècniques i mesures d'estalvi i d'eficiència energètica.
Tecnologia industrial (2n)	Màquines tèrmiques i elèctriques • Descripció dels principis de màquines. Definició d'energia útil, potència d'una màquina, parell motor a l'eix, pèrdues i rendiment. • Caracterització de màquines tèrmiques. Classificació, descripció i enumeració d'aplicacions. • Caracterització de màquines elèctriques. Classificació, descripció i anàlisi de circuits d'aplicació. • Reconeixement dels sistemes de calefacció i de refrigeració. Descripció de la bomba de calor.



Com s'ensenya sobre energia?

Aquesta aposta del currículum per passar d'una proposta més centrada en continguts a una altra de més centrada en competències s'emmarca dins d'un debat didàctic i pedagògic sobre les maneres i les metodologies d'ensenyament i aprenentatge en les àrees científicotècniques.

De fet, no només hi ha una gran varietat d'estils, mètodes i metodologies didàctiques en l'ensenyament d'àrees científicotècniques, sinó també moltes maneres de classificar aquestes diferents metodologies. Per tal d'ajudar a clarificar l'estat de l'ensenyament sobre energia, a continuació presentem una part d'aquesta diversitat didàctica que històricament s'ha plantejat des de les classes de ciències. Cal tenir en compte, però, que sovint aquestes

diferents aproximacions didàctiques se superposen o es combinen entre elles en la pràctica docent a les escoles.

Tradicional o transmissiu

L'enfocament didàctic que històricament ha tingut més pes en les classes d'àrees científicotècniques ha estat l'anomenat tradicional o transmissiu, centrat en la transmissió de coneixements del professorat al seu alumnat, uns coneixements basats en el contingut conceptual, és a dir, en els conceptes que cal aprendre. En aquest enfocament, la persona docent és generalment la responsable de presentar la informació, ja sigui oralment o a partir del llibre de text, de manera demostrativa o mitjançant el diàleg a classe. Les idees prèvies de l'alumnat sobre allò que se li vol ensenyar tenen un paper secundari, i el procés d'aprenentatge es planteja com l'assimilació de conceptes i la realització d'exercicis que giren entorn d'aquests conceptes. Les preguntes adreçades a l'alumnat, per tant, posen l'èm-

fasi en els fets i les idees produïdes per la ciència o la tecnologia, és a dir, en el contingut, que, alhora, es presenta sovint com un cos tancat de coneixement. En el cas de l'ensenyament de l'energia, aquest enfocament didàctic es produeix sovint quan es presenten definicions i classificacions sobre energia, sobre tipus d'energies, sobre fonts d'energia, sobre mecanismes d'estalvi energètic, etc., però sense gaire relació amb el context de l'alumnat i amb la voluntat que aquest assimili el contingut a partir de la seva presentació.

Orientat a l'activitat manual dels estudiants, amb guiatge

En combinació amb l'enfocament tradicional, també és comú trobar professorat que enfoca l'ensenyament científicotècnic cap a l'activitat manual de l'alumnat, especialment a les classes de primària. En aquest model didàctic, basat principalment en la idea que l'alumnat aprèn a través de manipular objectes, l'objectiu de les activitats manuals és sovint el de 'verificar' els nous conceptes a partir del material i les indicacions que dona el professor o la professora. A més, aquest normalment pauta pas a pas on han

d'arribar l'alumnat, sovint sense que hi hagi una situació o problema per resoldre. En el cas de l'ensenyament de l'energia, aquest enfocament didàctic apareix quan el professorat fa construir al seu l'alumnat un aerogenerador casolà a partir d'una guia pautaada del procediment a seguir, amb l'objectiu de "demostrar" que en fer moure les pales amb l'aire pot encendre una bombeta, cosa que ja sabia tot aquest grup d'estudiants abans de fer l'activitat.

Orientat a l'aprenentatge per descobriment

Un altre corrent didàctic molt estès també sobretot a primària es basa en la idea que el coneixement científicotècnic no s'ha de transmetre, sinó que ha d'emergir deixant que l'alumnat investigui pel seu compte i descobreixi (reconstruint els descobriments que ha fet la ciència al llarg de la història). Es tracta d'un model centrat en la pràctica experimental, en què el rol del professorat queda relegat a un segon pla, i en alguns casos fins al punt que, de vegades, no dona cap guia o direcció per procedir. En aquest tipus d'enfocament, els mètodes i l'actitud tenen un paper molt important, en detriment dels continguts conceptuals

Figura 5. Exemple d'una activitat d'omplir forats present en un llibre de text tradicional, en la qual només es demanen definicions i equacions.

QUÈ HAS APRÈS?

1. L'ENERGIA ES MANIFESTA

Copia i completa les frases següents:

- Els éssers vius, els motors, les màquines; tot el que funciona o evoluciona necessita.....
- Els cossos o les substàncies que emmagatzemen energia tenen energia; els cossos en moviment tenen energia.....

2. L'ENERGIA ES MESURA

Escriu el nom de les unitats representades pels símbols següents:

J: cal: TEP: TEC:

3. L'ENERGIA ES TRANSFORMA

Copia i completa les frases següents:

- L'..... es pot transformar d'una forma en una altra. El dispositiu que ho permet s'anomena

4. L'ENERGIA ES TRANSFEREIX

Copia i completa les frases següents:

- L'energia es pot transferir d'un cos a un altre per treball mecànic, per treball, per radiació i per

5. L'ENERGIA ES CONSERVA

Copia i completa les frases següents:

- L'energia es transforma i es transmet d'un cos a un altre, però no es pot..... ni
- El conjunt de transformacions i transferències d'energia entre dos cossos rep el nom de cadena
- El rendiment d'un procés de transformació o de transferència d'energia és $\eta = \dots\dots\dots$

6. L'ENERGIA I EL TEMPS: LA POTÈNCIA

Copia i completa les frases següents:

- L'energia transferida per unitat de temps s'anomena.....
- En el SI, la potència es mesura en

Figura 6. Exemple d'activitat per a estudiants de primària en què s'explica pas a pas la construcció d'un molí de vent.

10. CONSTRUEIX UN MOLÍ DE VENT

Material necessari: Quadrats de cartolina de 10 cm, una canyeta o un palet de fusta, una xinxeta, una agulla.

Pasos:

1. Dibuixa dues diagonals en la cartolina tal com mostra la figura i marca-hi 5 forats amb l'agulla.
2. Amb unes tisores talla per les línies diagonals fins gairebé arribar al centre.
3. Porta les cantonades de la cartolina cap al centre, travessa-les amb una xinxeta i clava la xinxeta en el pal. Procura no fer-hi massa pressió perquè, si no, les aspes no podrien girar.
4. Bufa cap el molinet o posa'l en un corrent d'aire, i girarà.



(que l'alumnat ha d'anar descobrint per si mateix). En el cas de l'ensenyament de l'energia, un exemple d'aquest tipus d'enfocament podria ser el d'una pràctica experimental en què es deixés experimentar l'estudiant amb cables elèctrics, bronzidors, interruptors, imants i bobines amb la finalitat que descobreixi que per fer funcionar el bronzidor cal fabricar un circuit i fer moure l'imant respecte a la bobina per induir-hi corrent.

Constructivista o de canvi conceptual

Mentre que l'enfocament més transmissiu posa èmfasi en el contingut que cal ensenyar, sense tenir gaire en compte què és el que l'estudiant ja sap, hi ha un corrent important que incorpora la idea que, per tal que l'estudiant aprengui, cal partir de les seves idees prèvies i fer-les progressar posant-les en qüestió i anticipant-se a les dificultats conceptuals que puguin tenir. Es tracta d'un model que promou que l'alumnat expliciti les seves visions sobre el món, on el professor o la professora sovint facilita el diàleg i el debat necessari i afavoreix l'argumentació, especialment en aquells moments previs a la introducció de conceptes nous.

Figura 7. Exemple de preguntes basades en un model constructivista de l'ensenyament.

CANVIS EN ENERGIA I QUANTITAT DE MOVIMENT

I. Energia cinètica i quantitat de moviment

Dos carros, A i B, estan inicialment en repòs damunt d'una taula horitzontal sense fricció, tal com mostra la figura. S'aplica una força constant de magnitud F_0 sobre cadascun dels carros mentre es desplacen entre les marques que hi ha a la taula. El carro B té més massa que el carro A.

Taula sense fricció



A. Tres estudiants discuteixen sobre la quantitat de moviment i energia final de cada carro.

Estudiant 1:

"Com que s'exerceix la mateixa força sobre tots dos carros, el carro que té menys massa s'ha de moure més ràpidament, mentre que el carro amb més massa ho ha de fer més a poc a poc. La quantitat de moviment de cadascun dels carros és igual a la massa per la seva velocitat."

Estudiant 2:

"Això ha de voler dir que la velocitat es compensa amb la massa i que tots dos carros tenen la mateixa quantitat de moviment final."

Estudiant 3:

"Estava pensant en l'energia cinètica. Com que la velocitat és al quadrat en l'expressió de l'energia cinètica, però la massa, no, el carro amb més velocitat ha de tenir més energia cinètica".

En l'espai que hi ha a continuació, escriu si estàs d'acord o en desacord amb les afirmacions de cada estudiant.

Per fer-ho, s'utilitzen fenòmens o fets discrepants per crear conflictes cognitius a l'estudiant i ajudar-lo a canviar les seves concepcions inicials, les quals després es comparen amb les finals.

En el cas de l'ensenyament de l'energia, aquest enfocament apareix en les activitats que serveixen per identificar les idees prèvies de l'alumnat sobre energia, a través de situacions discrepants que s'allunyen de la resolució algorítmica de problemes tradicionals. Per exemple, la figura 7 mostra una activitat especialment dissenyada per fer que l'estudiant expressi la seva idea prèvia d'energia i que s'adoni si la confon amb el concepte de força o de quantitat de moviment.

Indagació centrada en la modelització

Dins del ventall d'enfocaments didàctics que es fonamenten en la indagació (és a dir, en l'experimentació i el treball amb dades experimentals), aquell en què la indagació se centra en la modelització és un dels que darrerament ha agafat força, especialment en el camp de la didàctica de les ciències. Aquest enfocament parteix de la idea que no es poden ensenyar models científics sense incloure activitats d'indagació (com ara la formulació de preguntes o el disseny d'experiments), però tampoc no es pot ensenyar a indagar sense activitats adreçades al desenvolupament de coneixement científic o a les explicacions de l'alumnat. Per fer-ho, les activitats educatives promouen la generació, la reflexió i l'avaluació de preguntes orientades científicament o investigables; el disseny o l'avaluació d'experiments, formulant hipòtesis i prediccions; la recollida, l'organització, la representació i l'anàlisi de dades; la formulació i l'avaluació de conclusions, utilitzant estratègies de recerca i síntesi d'informació, explicació i interpretació de dades, argumentació basada en models i teories; i la comunicació i la discussió de resultats, utilitzant diferents llenguatges i canals. En el cas de l'ensenyament d'energia, aquest enfocament pot veure's reflectit en una activitat en què es demani a l'estudiant que mesuri l'escal·lament d'un fre que fa aturar una roda, i, a partir d'això, que analitzi les dades basant-se en el model de transferència d'energia.

Ciències en context

Una altra manera de mirar els enfocaments didàctics en l'àmbit científicotècnic és com es presenta el contingut. Independentment de si l'enfocament és més conceptual o més procedimental, també hi ha un corrent didàctic que dona una importància especial a la rellevància social i la utilitat del coneixement científicotècnic, el qual només té sentit quan és inserit en un context determinat. Aquest corrent posa l'èmfasi en el fet que no es pot ensenyar la ciència com un conjunt de conceptes abstractes i deslliats de l'experiència concreta de l'estudiant, sinó que cal ensenyar-la a través d'un context que s'assembli més a com són les ciències i la tecnologia en el món real.

L'alumnat, per tant, s'enfronta a l'estudi de contextos propers (ja siguin geogràficament, culturalment o emocionalment propers), a partir del quals apareix la necessitat d'aprendre uns conceptes i uns procediments, molt més connectats amb les seves idees i vivències que no pas els continguts curriculars tradicionals. Un exemple d'aquest tipus d'aproximació didàctica el trobem en els materials didàctics produïts pel grup de professors i professores del projecte Física en context (Figura 8). En aquests materials didàctics, en comptes de presentar els capítols basant-se en els blocs curriculars tradicionals (moviment, forces, energia, ones, etc.), s'estudia la física i la química a través de la música, l'univers, les centrals nuclears, els trens o els acceleradors de partícules.

Controvèrsies sociocientífiques

Dins de la línia de ciències en context, hi ha un enfocament didàctic que se centra a presentar els continguts científicotècnics a través de qüestions socials controvertides; és el que normalment s'anomena controvèrsies sociocientífiques (CSC). Una CSC és una situació o un problema que pot tenir múltiples solucions, per arribar a les quals cal aplicar tant els coneixements científics com altres de socials, econòmics i fins i tot morals. Les controvèrsies sociocientífiques són cada vegada més utilitzades en l'ensenyament de les ciències i la tecnologia per promoure la capacitat de l'alumnat de prendre decisions participades per la ciència, procés en el qual l'argumentació té un paper central. Les CSC promouen una visió de la ciència com una cosa que es pot (i cal) mobilitzar i propicien el fet d'haver d'enfrontar-se a preguntes complexes que no tenen una única solució, de manera que es fomenta la formació

de futures persones adultes crítiques i capaces d'encarar els reptes sociocientífics actuals (vacunes, teràpies alternatives, energia nuclear, transgènics, residus, etc.). En la figura 9 es pot veure un exemple d'activitat que presenta una CSC relacionada amb l'energia, en què, per donar resposta a la pregunta "donaries suport a un comitè de protesta contra la construcció d'una planta nuclear a prop de la localitat on vius?", cal mobilitzar els coneixements científics relacionats amb l'energia nuclear i alhora posicionar-se respecte a un sistema de valors determinat.

Aprenentatge basat en projectes

Un altre enfocament didàctic està en la primària i en la secundària és l'ensenyament i l'aprenentatge basat en projectes. Aquí l'activitat del professorat i de l'alumnat gira al voltant d'una pregunta guia, un problema o un repte que es treballa durant un període extens de temps, sovint de manera transversal entre diverses assignatures. Generalment, es caracteritza per ser un tipus d'ensenyament contextualitzat. En aquest enfocament, l'estudiant recull informació sobre el problema estudiat i desenvolupa una sèrie de productes que reflecteixen la seva comprensió sobre el projecte en qüestió per, finalment, comunicar les seves conclusions a través d'aquests productes (maquetes, pòsters, fulletons, cartes). Per al cas de l'energia, aquest enfocament és present en diferents projectes escolars que es fan cada any en escoles de Catalunya, com, per exemple, els projectes presentats al concurs El Recorregut de l'Energia. (Figura 10).



Figura 8. Portada del llibre Física en context, elaborat l'any 2010 per un grup de professorat a Catalunya i editat pel CESIRE.

Preguntes	
1. Participaries en un comitè de protesta contra la construcció d'una incineradora a prop de la localitat on vius?	1. Donaries suport a un comitè de protesta contra la construcció d'una central nuclear a prop de la localitat on vius?
[Sí] [No] i la meua decisió es basa en els arguments següents	
2. Si algú no està d'acord amb tu, com respons a aquestes crítiques?	
3. Intentaries convèncer una altra persona que no estigués d'acord amb tu?	

Figura 9. Exemple d'una qüestió plantejada des d'una perspectiva de les controvèrsies sociocientífiques relacionada amb temes d'energies.

Aprentatge servei

Dins de l'ensenyament basat en projectes, una de les variants és l'anomenat "Aprentatge Servei" (ApS), en què el projecte sobre el qual es treballa té una utilitat social per a l'entorn de l'escola i, per tant, hi ha una integració entre servei voluntari a la comunitat i l'aprenentatge de continguts, competències, habilitats o valors. En altres paraules, en l'ApS es fonen intencionalitat pedagògica i intencionalitat solidària, de manera que ambdues es retroalimenten: l'aprenentatge millora el servei a la comunitat, perquè guanya en qualitat, i el servei dona sentit a l'aprenentatge, perquè allò que s'aprèn es pot transferir a la realitat en forma d'acció. En el cas de l'energia, hi ha diferents iniciatives a Catalunya per promoure ApS en aspectes com ara el consum energètic de l'escola o d'altres instal·lacions municipals, dutes a terme per l'alumnat mateix. (Figura 12).

Incorporant ús de TIC

Finalment, tot i que no és un enfocament didàctic en si mateix, sinó un element que pot aparèixer transversalment en qualsevol dels enfocaments presentats anteriorment, en l'ensenyament científicotècnic cada vegada tenen un paper més important les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC). Actualment, els centres educatius disposen d'una gran diversitat d'eines informàtiques que poden aprofitar tant per enriquir les activitats existents com per fer-ne altres de noves que no eren possibles sense el suport digital. Dins d'aquesta àmplia diversitat, hi ha les eines TIC generalistes, útils per millorar els processos de comunicació i gestió de la informació (webs, intranets, ofimàtica, núvols, etc.), però també hi ha eines específicament útils per a l'ensenyament científicotècnic. Entre

aquestes destaquen les eines que permeten la recollida de dades experimentals (sensores perifèrics, sensors del mòbil, càmeres de vídeo, càmeres termogràfiques, lupes digitals, laboratoris remots, etc.) i també les que ajuden a la representació i interacció amb models (animacions, simulacions, videojocs científics, laboratoris virtuals, etc.). En el cas de l'energia, les TIC poden ajudar a recollir dades per analitzar fenòmens de transferència energètica, i també a visualitzar i experimentar amb fenòmens científics que s'expliquen mitjançant el model d'energia. La figura 11 recull una simulació d'un patinador virtual que guanya o perd energia cinètica o potencial a mesura que es desplaça per la pista de patinatge.

ECOAUDITORIA A L'AULA	
Part 1	Presentació del projecte de les escoles
Part 2	Treball directe amb els alumnes: - Sensibilització i organització - Recerca i diagnòsi - Comunicació i pla d'acció - Seguiment i avaluació - Realització de la proposta - La Festa Sostenible

Figura 10. Exemple del projecte realitzat per estudiants de 4t d'ESO de l'IES Bellvitge guanyador del primer premi del concurs El Recorregut de l'Energia l'any 2006.



Figura 11. Esquema d'un projecte d'aprenentatge servei realitzat en una escola de primària a Sant Joan Despí.

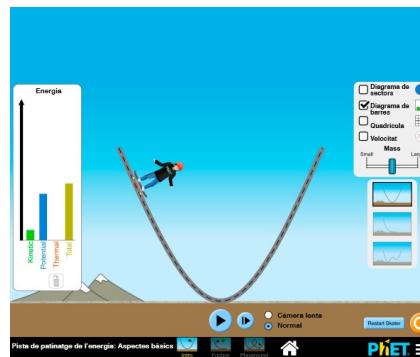


Figura 12. Exemple d'una simulació en què un noi sobre un monopati es balanceja en una rampa ovalada. A la dreta s'indiquen les transformacions de l'energia de potencial a cinètica i la seva transferència a l'entorn en forma de calor.

1.4. Fora de l'escola: qui ensenya sobre energia? I on?

La varietat de continguts i d'enfocaments didàctics relacionats amb l'energia dins de l'escola encara és més gran si ens fixem en el que passa fora de l'escola. En aquest cas, hi ha tota una xarxa d'agents que fora de l'escola també són rellevants en l'ensenyament sobre energia. Encara que aquests diferents agents tenen papers diferents, les dues grans funcions que podem identificar són:

- Nodrir i enriquir l'activitat escolar aportant materials i recursos educatius.
- Complementar l'ensenyament més reglat amb una oferta variada d'activitats paral·leles a les curriculars.



Figura 13. Agents educatius implicats en l'ensenyament i l'aprenentatge sobre energia fora de l'escola. Elaboració pròpia.

torn, comporta que els diferents llibres de text facin tots una proposta molt similar. Si mirem, per exemple, com es presenta l'energia en els diferents cursos de Física i química de l'ESO, podem veure que sempre hi ha un capítol dedicat a l'energia, que en funció del curs i de l'editorial s'anomena "Matèria i energia", "Energia, calor i treball" o simplement "Energia". Aquest capítol acostuma a començar amb una definició d'energia i de conceptes relacionats, presenta les diferents formes i propietats de l'energia, i fa una presentació breu de les fonts d'energia i d'altres aspectes relacionats amb el consum energètic. Aquest capítol sol acabar amb un conjunt d'exercicis per fer.

En paral·lel a l'ús escolar del llibre de text, els i les professionals de l'educació tenen a la seva disposició els recursos educatius de les **xarxes i institucions de suport al professorat**, que ofereixen tallers, formació i materials educatius. A Catalunya, destaca la XTEC (Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya), així com els catàlegs i el repositori de recursos educatius que ofereixen, com ara l'ARC (Aplicació de Recursos al Currículum) o la plataforma EDU365. Altres entitats de professorat o per al professorat que ofereixen materials educatius sobre energia són, per exemple, l'Associació de Mestres Rosa Sensat, el Col·legi de Llicenciats o la XESC (Xarxa d'Escoles per a la Sostenibilitat de Catalunya). En l'àmbit no formal, també trobem, per exemple, la Societat Catalana d'Educació Ambiental.

Alhora, el professorat també pot trobar altres recursos educatius sobre energia en diferents **repositoris multimèdia**, que, a part d'oferir materials educatius complets, també ofereixen vídeos curts, jocs, simulacions, imatges, textos, etc., que poden ser utilitzats com a complement dels materials educatius de què disposen els centres.



Quins agents hi ha implicats en l'ensenyament sobre energia fora de l'escola?

Tot i que un gruix important del professorat desenvolupa els seus propis materials didàctics, o bé els comparteix amb altres docents, actualment, la principal referència didàctica per a una part important del professorat continuen sent **els llibres de text escolars**, els quals sovint marquen la programació, la seqüenciació i la presentació dels continguts que cal ensenyar, i, per tant, també els continguts relacionats amb l'energia. Malgrat que és el currículum oficial de Catalunya el que marca quins són els continguts que cal ensenyar, i que els llibres de text s'adapten a aquest currículum oficial, la presentació concreta dels continguts es basa, principalment, en criteris editorials, i això, al seu

Fora de l'àmbit més curricular, trobem tres grans tipologies d'agents implicats en l'ensenyament sobre energia. En primer lloc, tenen un paper destacat les **empreses o associacions d'educació ambiental i d'educació científica no formal**. Encara que en alguns casos es tracta d'empreses especialitzades només en tallers ambientals i en altres casos són empreses amb un ventall d'activitats molt més ampli (auditories energètiques, formacions professionals, etc.), totes ofereixen tallers i activitats a escoles, famílies, centres cívics, ajuntaments, etc. A Catalunya, destaquem empreses com EcoServeis, Gaia, Lavola, Les Guillerries, Rocamare o Thigis, així com centres d'educació científica no formal com CiènciaDivertida o LAC (Laboratori d'Aprenentatge Científic).

En paral·lel, hi ha desenes d'institucions de tota mena que, sense ser pròpiament **institucions educatives**, participen

en l'oferta de tallers o en la d'elaboració de materials didàctics. En alguns casos, són institucions públiques —com ara l'ICAEN (Institut Català de l'Energia) mateix o molts ajuntaments i les diputacions—; en altres casos, els recursos educatius són oferts per **fundacions d'empreses públiques o privades** —com ara Endesa, GasNatural o Tram— i també d'**associacions empresarials** —com ara EOLICCAT o UNESA (Asociación Española de la Industria Eléctrica). Finalment, també trobem recursos elaborats per **organitzacions socials, associacions o fundacions sense ànim de lucre** —com ara Greenpeace, l'Associació de Naturalistes de Girona o l'associació Promoció del Transport Públic.

Per acabar, cal tenir en compte el paper destacat que fan, com a agents educatius, els **museus i les instal·lacions visitables** tant per escoles com per famílies. A Catalunya, trobem museus —com ara el Museu de la Ciència i la Tècnica de Catalunya, el CosmoCaixa o el Museu del Gas de Sabadell—, instal·lacions elèctriques reals —com ara les centrals hidroelèctriques de Capdella o les centrals nuclears d'Ascó i Vandellós— i també espais més pensats com a entorn educatiu, —com ara la Fàbrica de Sol— o alguns camps d'aprenentatge —com ara el Camp d'Aprenentatge de Can Santoni.



Quins tipus de recursos educatius ofereixen aquests agents?

Aquesta diversitat d'agents implicats d'una manera més o menys gran en l'ensenyament de l'energia a Catalunya representa una oferta de recursos molt àmplia i variada. Per mirar de classificar aquests diferents recursos, és útil parlar de tres grans àmbits d'actuació en funció de com es plan-teja l'ensenyament i l'aprenentatge associat a cada recurs:

• **Recursos per a l'àmbit formal.** Són els recursos educatius que van associats a un tipus d'ensenyament estructurat, reglat i amb objectius definits emmarcats en l'acció educativa dins d'una institució oficial (escoles, instituts, universitats, etc.). Per tant, són recursos que impliquen una avaluació implícita o explícita de l'aprenentatge que s'hi du a terme.

• **Recursos per a l'àmbit no formal.** Són els recursos que van associats a un tipus d'ensenyament estructurat, però no reglat en el context escolar. Són, per tant, recursos vinculats a uns objectius d'aprenentatge definits i dirigits a un públic concret, però, com que s'imparteixen fora de les institucions educatives oficials, no busquen una avaluació de l'aprenentatge que repercuteixi acadèmicament en les persones que hi participen.

• **Recursos per a l'àmbit informal.** Són els recursos que no tenen un objectiu educatiu tan definit com els anteriors, ni tampoc un públic tan concret. Sovint aquests recursos no necessiten la intervenció d'una persona qualificada (professor/a, educador/a), sinó que el canal per fer arribar el recurs al públic objectiu pot ser molt variat: museus, televisió, internet, publicitat, etc.

Si bé alguns recursos estan destinats específicament a un dels tres àmbits exposats, també n'hi ha molts tipus que poden ser utilitzats en més d'un àmbit alhora, en funció de l'ús se'n faci. Per exemple, un vídeo divulgatiu sobre energia es pot utilitzar en l'àmbit formal a partir de la visualització a classe, amb activitats posteriors per comprendre'n el contingut. De la mateixa manera, aquest mateix vídeo es pot utilitzar en l'àmbit no formal, com a suport per a una activitat extraescolar que ajudi a entendre un concepte concret. Però també, en l'àmbit informal, pot ser visualitzat per un infant a casa seva a través de la xarxa o a través de la televisió sense una finalitat d'aprenentatge específica, sinó com a divulgació.

Figura 14. Classificació de diversos recursos educatius segons els diferents àmbits d'actuació: formal, no formal i informal. Elaboració pròpia.

Àmbit formal	Àmbit no formal	Àmbit informal
- Activitats didàctiques - Unitats didàctiques	- Teatre, titelles i espectacles - Visites a instal·lacions	- Exposicions - Pàgines web informatives - Guies informatives - Fulletons
- Tallers experimentals - Jocs d'activitat física i gimcanes	- Jocs de rol, debats i grups d'experts - Jocs de taulell	
- Llibres i contes - Vídeos i sèries de TV	- Material multimèdia - Videojocs i simulacions	

1.5. Què esperem que els i les estudiants siguin capaços de saber i de fer entorn de l'energia?

Si fins ara ens hem preguntat com és l'ensenyament sobre energia, també cal que ens preguntem què s'espera que els i les nostres estudiants aprenguin, i per tant siguin capaços de saber i de fer entorn de l'energia. De fet, amb aquesta pregunta, ja ens estem centrant en la idea de les competències que l'alumnat ha d'haver assolit en acabar l'escolarització. Però què s'entén com a competències? Quines són les competències que cal desenvolupar relacionades amb l'energia?

Com ja hem dit en apartats anteriors, tant els currículums de l'educació primària i secundària a Catalunya com els enfocaments didàctics innovadors i/o basats en la recerca integren cada cop més la idea d'ensenyament per competències. Això implica posar l'èmfasi en el fet que el centre de qualsevol acció educativa ha d'anar dirigit a que l'alumnat adquireixi unes competències determinades, i no tant als continguts com s'havia fet tradicionalment. En fer-ho, definim la competència com la "capacitat d'actuar eficaçment en situacions diverses, complexes i imprevisibles; es recolza en coneixements, però també en valors, habilitats, experiència..." (Eurydice, 2002), i això implica integrar coneixements, saber-los aplicar en situacions socialment rellevants i afavorir l'autonomia de l'alumnat per aprendre i actuar eficaçment.

Aquest enfocament competencial de l'ensenyament es fonamenta en el fet que la informació és cada vegada més universal i està a l'abast de tothom a través d'Internet, de manera que no té sentit memoritzar-la, sinó saber què buscar i comprendre allò que busquem. Alhora, basant-nos en la raó democràtica que presenta el punt 1.2 d'aquest document, la nostra societat necessita ciutadans i ciutadanes que siguin capaços d'analitzar críticament la informació que se'ls proporciona i saber actuar en conseqüència. I, basant-nos en la raó socioeconòmica que exposa el mateix punt 1.2, es preveu que les necessitats de futur demandin professionals versàtils capaços de canviar de feina i adaptar-se a les necessitats i als nous avenços. Per tots aquests motius, no només a Catalunya, sinó en molts països del nostre entorn, els currículums han anat evolucionant cap a aquesta idea competencial que busca la capacitat de l'alumnat per al futur.

Un currículum per competències com l'actual requereix també una nova mirada en la manera en què s'avalua el coneixement. Si, com dèiem, entenem com a competència la capacitat per actuar davant de problemes complexos, diversos i imprevisibles aplicant els coneixements apresos, l'avaluació ha de ser alguna cosa diferent de la simple comprovació que l'alumnat és capaç de reproduir o declarar uns conceptes. En aquest nou enfocament, l'avaluació

ha de comprovar si realment l'estudiant ha desenvolupat la capacitat de ser competent i, per tant, s'ha de promoure l'aplicació dels seus aprenentatges en l'anàlisi de situacions rellevants i en l'actuació. En aquesta direcció, trobem les proves d'avaluació PISA (Programme for International Student Assessment —Programa internacional per a l'avaluació d'estudiants—), unes proves externes realitzades cada tres anys sota la coordinació de l'Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic (OCDE) que pretenen avaluar l'adquisició d'un determinades competències per part d'alumnes de 15 anys de diversos països de tot el món. Aquestes proves serveixen per desenvolupar un estudi comparatiu entre països sobre el rendiment de l'alumnat en relació amb les competències estudiades, els resultats del qual els publica l'anomenat informe PISA i tenen un gran impacte mediàtic. Independentment de la controvèrsia que genera la interpretació dels resultats, les proves PISA són considerades en el món de l'ensenyament i de la didàctica unes proves molt encertades a l'hora d'avaluar competències, ja que tenen en compte els coneixements bàsics, però també moltes altres habilitats necessàries per a l'actuació en contextos diferents de l'escolar. Les preguntes plantejades van enfocades a demanar a l'alumnat que demostrï les seves capacitats per pensar i actuar en situacions complexes i serveixen de referència a l'hora de saber què esperem que l'estudiant sigui capaç de saber i de fer.

En les proves PISA de l'any 2006, que van tenir com a objecte l'avaluació de les competències científiques, l'energia va tenir un paper molt important en la llista de les aplicacions de la ciència que van ser utilitzats com a contextos per als exercicis d'avaluació. En la figura 15 es pot observar que l'energia apareix en les tres situacions plantejades (personals, socials i globals) per als àmbits dels recursos naturals i del medi ambient. Aquests contextos van ser seleccionats per experts en aquest camp tenint en compte la rellevància per als interessos i la vida de l'alumnat, i ens permeten disposar d'exemples de preguntes de tipus competencial que ens serveixen per mostrar el què s'espera que se sàpiga i se sàpiga fer sobre l'energia.

Un exemple de pregunta competencial sobre l'energia que s'inclou en l'avaluació PISA 2006 és la que mostra la figura 16. A través d'aquesta pregunta de caire competencial es pot observar que, en general, qualsevol decisió sobre energia és controvertida (com hem vist en l'enfocament didàctic basat en controvèrsies sociocientífiques que presenta l'apartat 1.3) i, per tant, que l'alumnat ha de ser capaç de donar respostes a aquest tipus de qüestions a través de la mobilització dels seus coneixements sobre l'energia.

Un altre exemple de pregunta que també va aparèixer en l'avaluació PISA 2006 és la que apareix en la figura 17. En aquesta pregunta es demana a l'estudiant que sigui capaç de llegir i interpretar diversos gràfics de la velocitat del vent en funció del període de l'any, per acabar-ho relacionant amb la instal·lació d'un parc eòlic. En definitiva, s'espera, per una banda, que l'estudiant interpreti gràfics i, per l'altra, que també sigui capaç de relacionar la velocitat del vent amb la producció d'electricitat des del punt de vista energètic, i, per tant, que mobilitzi els seus coneixements sobre com és la xarxa elèctrica i el consum d'energia.

Com s'ha esmentat en l'apartat 1.3, en paral·lel al marc internacional de les proves PISA, a Catalunya en els darrers anys també s'ha establert un marc propi de foment de les

competències científicotècniques, que apareix reflectit en els documents Competències bàsiques de l'àmbit científicotecnològic i Marc conceptual de la prova d'avaluació de la competència científicotecnològica. Seguint la mateixa filosofia que apareix en les proves PISA, les activitats relacionades amb l'energia també busquen que l'estudiant sigui capaç de mobilitzar els diferents coneixements per tal de prendre decisions en contextos quotidians. En la figura 18, per exemple, apareix una mostra d'aquestes activitats competencials, en la qual es demana a l'estudiant que sigui capaç de llegir i interpretar una taula de valors que exposa les diferents propietats tècniques d'unes bombetes i, a partir d'això, prendre decisions com les que prendria en un context domèstic.

Figura 15. Exemple de contextos de l'avaluació en ciències PISA 2006 que tracten sobre l'energia.

	Personal (jo, família i companys)	Social (la comunitat)	Global (la vida a tot el món)
Recursos naturals	<u>Consum personal de materials i energia</u>	Manutenció de poblacions humanes, qualitat de vida, seguretat, producció i distribució d'aliments, <u>abastament energètic</u>	<u>Renovables i no renovables</u> , sistemes naturals, creixement demogràfic, ús sostenible de les espècies
Medi ambient	<u>Comportaments respectuosos amb el medi ambient</u> , ús i rebuig de materials	Distribució de la població, eliminació de residus, <u>impacte mediambiental</u> , climes locals	Biodiversitat, sostenibilitat ecològica, control demogràfic, generació i pèrdua de sòl

Figura 16. Exemple de pregunta de la prova PISA 2006 sobre energia tractada a través del marc de controvèrsies sociocientífiques (extret de: <http://pisa-sq.acer.edu.au/showQuestion.php?testId=2298&questionId=4>).

Pregunta 4: AUTOBUSOS

L'autobús d'en Ray, com molts autobusos, té un motor de gasolina. Aquests autobusos contribueixen a la contaminació mediambiental. Algunes ciutats tenen troleibusos, en què el motor és elèctric. La tensió que necessita aquest motor elèctric per funcionar la rep a través de cables aeris (igual que els trens elèctrics).

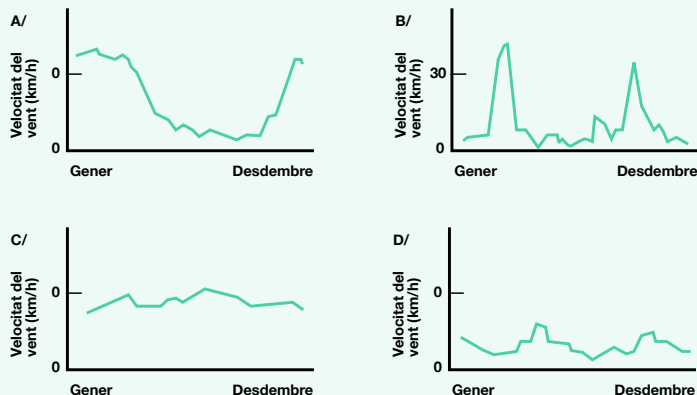
L'electricitat la subministra una central elèctrica que fa servir combustibles fòssils. Els promotors de l'ús de troleibusos a les ciutats diuen que aquests autobusos no contribueixen a la contaminació mediambiental. Tenen raó aquests promotors? Explica la teva resposta

Figura 17. Exemple de pregunta de la prova PISA 2006 que promou la relació d'un fenomen quotidià amb l'energia.

PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World.

Pregunta 16.1

Els gràfics que hi ha a continuació mostren les velocitats mitjanes dels vents a quatre llocs diferents durant tot l'any. Quin dels gràfics correspon al lloc més adequat per establir-hi una planta eòlica per generar electricitat?



Per acabar, podem trobar un darrer exemple del que esperem que els i les estudiants siguin capaços de saber i fer entorn de l'energia en la pràctica experimental sobre energia del projecte REVIR del CRECIM. L'activitat es fa en una sessió de quatre hores de treball experimental amb estudiants de 3r i 4t d'ESO i consisteix que els i les estudiants mesurin l'escalfament d'una pastilla de fre i el seu refredament posterior alhora que se'ls proposa diferents qüestions per ajudar-los a construir la idea de cadena energètica com una manera de seguir la pista de l'energia, la seva transferència i la seva degradació. Així, al final de la sessió se'ls demana que expliquin, a través d'una cadena energètica, les diferències entre un cotxe híbrid i un cotxe de combustible, raonant en termes de transferència ener-

gètica què passa en les diferents situacions en què un cotxe híbrid amb fre regeneratiu està en funcionament.

Què podríem esperar de l'estudiant de 3r o 4t d'ESO després d'haver fet aquesta sessió? Caldria esperar que raoni que mentre que en el cotxe mecànic tota l'energia que el motor transfereix a les rodes acaba dissipant-se (transferint-se a l'entorn a partir del seu escalfament i del refredament posterior), en el cas del cotxe híbrid part de l'energia de les rodes es transfereix a una bateria elèctrica, que l'emmagatzema i pot transferir-la de nou a les rodes més endavant, reduint així la quantitat d'energia que el combustible haurà hagut de transferir prèviament al motor.

BOMBETES

D'ençà que a finals del segle XIX es va començar a estendre la il·luminació elèctrica, s'han proposat i comercialitzat varietats de bombetes elèctriques, amb tecnologies i característiques molt diferents: bombetes incandescent, bombetes fluorescents,

bombetes LED, bombetes halògenes, etc.

Una característica important d'una bombeta és el seu rendiment: amb la mateixa potència elèctrica consumida, algunes bombetes produeixen més potència lluminosa que d'altres.

Acabem de llogar un pis i no té ni una bombeta! Abans de comprar-ne, ens hem documentat una mica i hem trobat les dades sobre 4 models de bombeta que es recullen en aquesta taula.

	Bombeta 1	Bombeta 2	Bombeta 3	Bombeta 4
Tecnologia	Incandescència	Halògena	Fluorescent	LED
Potència elèctrica	60 W	43 W	14 W	10 W
Flux lluminós	860 lm	620 lm	800 lm	800 lm
Vida mitjana	1000 h	2500 h	8000 h	25000 h

1. Quina bombeta fa més llum?
(Només hi ha una resposta correcta.)

- A. La bombeta incandescent. ☐
 B. La bombeta halògena. ☐
 C. La bombeta fluorescent. ☐
 D. La bombeta LED. ☐

2. Amb quina de les respostes següents completaries aquesta oració:

La bombeta que menys consumeix és...
(Només hi ha una resposta correcta.)

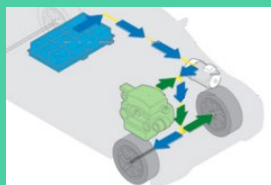
- A. Incandescent. ☐
 B. Halògena. ☐
 C. Fluorescent. ☐
 D. LED. ☐

3. Quina bombeta és més eficient (convertint energia elèctrica en energia lluminosa)? (Només hi ha una resposta correcta.)

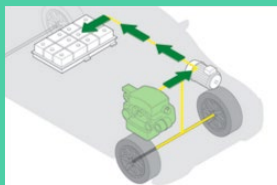
- A. La bombeta incandescent. ☐
 B. La bombeta halògena. ☐
 C. La bombeta fluorescent. ☐
 D. La bombeta LED. ☐

Figura 18. Pàgina extreta dels materials orientatius que ofereix el Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu de Catalunya per tal d'avaluar alguns aspectes de la competència científicotecnològica.

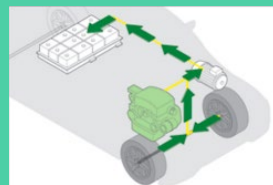
Figura 19. Diagrames que representen les transferències d'energia que es donen en un cotxe híbrid amb fre regeneratiu.



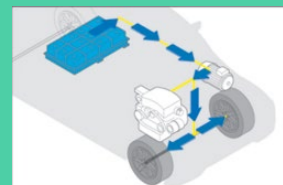
El motor rep ajuda de la unitat motriu per aconseguir una acceleració extra, i això permet fer servir un motor eficient més petit.



El motor i la unitat motriu converteixen la gasolina en energia emmagatzemada a les bateries per poder-la utilitzar en els moments òptims.



El fre regeneratiu també converteix l'energia en electricitat que s'emmagatzema a la bateria.



A velocitats baixes o al ralentí, la bateria proporciona tota l'energia necessària. El motor està inactiu.

2. Anàlisi de la varietat de recursos disponibles per ensenyar energia i de les necessitats identificades des del món educatiu

Amb l'objectiu de detectar els reptes existents en el conjunt de la comunitat educativa (escola, professorat, entorns no formals, etc.) s'ha dut a terme una detecció de necessitats en relació amb l'estat actual de l'ensenyament de l'energia a Catalunya a través de dos estudis.

En primer lloc, s'ha fet un recull exhaustiu de l'oferta de recursos educatius existents a Catalunya (328 recursos identificats). Aquests recursos s'han analitzat a través d'un sistema de categorització que permet identificar com són a través de diferents dimensions (quin tipus de recursos hi ha, quina temàtica energètica aborden, quin enfocament educatiu impliquen, amb quin format es presenten, etc.), així com elaborar un recompte sobre la prevalença de cada una de les categories corresponents a les diferents dimensions d'anàlisi.

En paral·lel, s'ha dut a terme un estudi qualitatiu sobre quines són les necessitats respecte a l'ensenyament de l'energia que s'identifiquen des del món educatiu. Per fer-ho, s'ha creat un grup focal (focus group) sobre ensenyament de l'energia amb la participació de diferents professionals educatius relacionats amb el món de l'energia: mestres, professorat de l'àrea STEM, educadors i educadores d'entorns no formals, i comunicadors i comunicadores científics. A través de la discussió sobre les mancances existents actualment en l'ensenyament de l'energia a Catalunya, s'ha elaborat una radiografia de quines són aquestes necessitats, estructurada en diferents blocs temàtics, com ara el contingut sobre energia que cal ensenyar, la relació entre nivells educatius, les maneres d'ensenyar energia i la perspectiva de gènere.

A continuació es presenta tant la metodologia duta a terme com l'anàlisi dels resultats obtinguts per cadascun dels dos estudis duts a terme.

2.1. Metodologia per a l'anàlisi de recursos disponibles per ensenyar energia

L'elaboració del recull exhaustiu de l'oferta de recursos educatius relacionats amb l'energia existents a Catalunya que ha dut a terme per un grup d'investigació del CRECIM ha partit de:

- La llista de recursos prèviament identificats per l'ICAEN mateix.
- Una recerca de materials sobre energia disponibles en els principals portals educatius de referència de Catalunya (Edu365, Tiching, XTEC, webs dels centres de recursos pedagògics, webs d'escoles i instituts, Educarplus, etc.).
- Una recerca dels materials sobre energia que ofereixen les principals institucions, organitzacions o empreses que puguin tenir alguna vinculació amb la temàtica energètica.

- Una recollida d'informació dels recursos educatius sobre energia referents per a diversos professors i professores, educadors i educadores, i investigadors i investigadores educatius.

- Una recerca mitjançant buscadors al web a partir de paraules clau com ara “ensenyament + energia”, “educació + energia”, “aprenentatge + energia”, “escola + energia”, etc.

Atesa la gran quantitat de recursos, d'iniciatives i de projectes identificats a la xarxa, però tenint en compte que l'objectiu era cenyir-se a l'àmbit català per aconseguir una imatge més fidedigna de com són els recursos disponibles a Catalunya, s'han establert diferents criteris de selecció per decidir quins dels recursos identificats calia incloure en l'anàlisi, de manera que cadascun dels recursos seleccionats compleix com a mínim un d'aquests criteris:

- Recursos educatius sobre energia escrits en llengua catalana, en qualsevol de les seves variants dialectals.
- Recursos educatius sobre energia que s'hagin creat en el context català, o bé que estiguin pensats per ser implementats a Catalunya.

- Recursos educatius sobre energia fora de l'àmbit català (escrits en castellà o anglès) però que apareixen enllaçats com a materials de referència en pàgines web d'institucions educatives d'àmbit català.

- Recursos educatius sobre energia fora de l'àmbit català (escrits en castellà o anglès) però que per la seva qualitat didàctica han estat recomanats per part del professorat, educadors i educadores o investigadors i investigadores educatius experts en el tema.

Cal destacar també que en el recull exhaustiu no s'han inclòs els llibres de text tradicionals de les editorials que co-

mercialitzen a Catalunya, ja que s'entén que no són materials educatius específicament pensats per ensenyar i aprendre energia, sinó que inclouen aquesta temàtica dins del conjunt de continguts curriculars de cada nivell educatiu.

A partir d'aquests criteris de selecció, la mostra final amb què s'ha treballat per fer l'estudi és de 328 recursos educatius sobre energia. Per tal d'analitzar-los s'ha construït un sistema de categorització que consta de deu dimensions d'anàlisi independents, cada una de les quals permet classificar els recursos mitjançant categories. Aquestes dimensions són:

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1. Tipus de recurs | 6. Temps de duració |
| 2. Contingut | 7. Escala de públic |
| 3. Enfocament educatiu | 8. Cost de recurs |
| 4. Format | 9. Espai d'implementació |
| 5. Edat | 10. Punt geogràfic |

2.2. Resultats de l'anàlisi de l'oferta de recursos educatius recollits

A continuació, presentem l'anàlisi de l'oferta de recursos educatius per a cadascuna de les deu dimensions, i expossem tant les categories que s'han fet servir per classificar els recursos com el nombre total de recursos que corresponen a cada una de les categories.



Segons el tipus de recurs

L'anàlisi dels recursos segons el tipus a què corresponen indica que hi ha una gran diversitat de recursos que s'ofereixen per ensenyar energia, tant dins com fora de l'aula. N'és una mostra el fet que s'han categoritzat fins a 19 tipus de recursos molt diferenciats entre si, la qual cosa demostra que no només hi ha molts recursos, sinó que també n'hi ha de molts tipus diferents. Aquest resultat demostra la importància que té el tema de l'energia en l'ensenyament, que fa que sigui abordat no només des de diferents àmbits (formal, no formal i informal), sinó també de moltes maneres diferents: unitats didàctiques, tallers experimentals, videojocs i simulacions, exposicions i pòsters, etc.

El tipus de recurs més comuns són les unitats didàctiques i projectes d'aula (66), ja que hi ha molt professorat que ha dissenyat en els darrers anys els seus materials sobre energia i els ha penjat a la xarxa. En l'extrem contrari, trobem que els recursos menys freqüents són els que són

molt específics perquè només s'ofereixen en llocs molt concrets, com ara teatre, titelles i espectacles (2) o jocs d'activitat física i gimcanes (4), ja que és una oferta molt específica que tan sols ofereixen algunes institucions molt concretes. D'altra banda, si considerem tots els recursos que tenen a veure amb tallers (experimentals, informatius o manipulatius), s'observa que també n'hi ha molts de disponibles (56), de la qual cosa es dedueix que hi ha molta demanda per part de les escoles i instituts i que, per tant, també hi ha una oferta important.

Cal tenir en compte que la quantitat de recursos no té per què estar relacionada amb la seva qualitat didàctica. Així, dins de les 66 unitats didàctiques i projectes d'aula identificats, n'hi ha alguns d'alt valor didàctic i d'altres amb mancances importants, tant pel que fa al contingut com a l'enfocament didàctic. (Taula 9).



Segons el contingut de cada recurs

Des del punt de vista del contingut o la temàtica que tracten els recursos analitzats, també trobem un ampli ventall de temàtiques tractades, que hem agrupat en tres grans blocs: contextos socials en què l'energia té una rellevància especial; recursos energètics i centrals elèctriques, i model científic escolar.

Taula 9. Classificació dels recursos educatius segons el tipus de recurs.

Material informatiu i divulgatiu	Pàgines web informatives de caràcter divulgatiu i/o consells	7
	Guies informatives (informació de caràcter divulgatiu i/o consells)	15
Activitats d'aula	Activitats didàctiques d'aula per ser implementades en una única sessió	22
	Unitats didàctiques i projectes d'aula per ser implementats al llarg de diverses sessions	66
	Projectes de centre per ser implementats al llarg de diverses sessions i que impliquen diferents nivells escolars	9
Activitats no formals: visites, jocs i tallers	Dinàmiques de grup, debats i tallers seguint la metodologia de grups de persones expertes	10
	Exposicions, exhibició de panells informatius i pòsters	8
	Jocs d'activitat física, proves i gimcanes	4
	Jocs de taulell amb daus, fitxes, cartes o altres elements lúdics d'atzar i/o estratègia	19
	Tallers experimentals i observació de processos energètics	26
	Tallers informatius i xerrades impartides per persones expertes i per educadors i educadores	20
	Tallers manipulatius i de manualitats per construir objectes i dispositius fent servir materials	10
	Teatre, titelles i espectacles	2
	Visites organitzades o lliures a instal·lacions per veure'n l'interior	12
Materials complementaris	Contes, còmics i materials narratius de ficció	5
	Sèries de TV amb continguts energètics	8
	Materials multimèdia sobre energia	47
	Videojocs i simulacions sobre energia	31
	Articles per al professorat sobre ensenyament i l'aprenentatge de l'energia	14

Taula 10. Classificació dels recursos educatius segons el contingut.

Recursos energètics i centrals elèctriques	Energia de l'hidrogen	2
	Energia de la biomassa	10
	Energia eòlica i aerogeneradors	26
	Energia hidroelèctrica i centrals hidroelèctriques	18
	Energia nuclear i centrals nuclears	13
	Energia solar fotovoltaica	30
	Energia solar tèrmica	31
	Energia dels combustibles fòssils (centrals tèrmiques)	11
	Energies renovables en general (diversos)	83
Consum d'energia	Consum responsable i estalvi energètic a la llar i al centre escolar	123
	Consum responsable i estalvi energètic als mitjans de transport	63
	Emissions derivades del consum energètic (diòxid de carboni i altres gasos, i partícules) i l'impacte que tenen en la contaminació, l'efecte hivernacle i el canvi climàtic	45
	Factura elèctrica (potència contractada, els costos del malbaratament energètic a la llar, els costos amagats en la factura, normatives, etc.)	7
	Xarxes de distribució d'energia	11
Model científic escolar d'energia	Model escolar d'energia (conceptes com conservació, degradació, transferència, etc.)	56
	Generació d'electricitat i electromagnetisme (bobines, imants i moviment)	24
Didàctica de l'energia	Ensenyament de l'energia (metodologies i propostes per a l'ensenyament de l'energia a l'aula)	19

Si ens centrem a analitzar com està distribuïda la quantitat de recursos en aquests blocs, trobem que les temàtiques majoritàries són les que fan referència al **consum i estalvi energètic a la llar i al centre escolar** (123), **les energies renovables** (83) o **el consum i estalvi energètic als mitjans de transport** (63). En canvi, tenen un paper molt més secundari temàtiques que a priori són més controvertides, com ara les xarxes de distribució de l'energia (11) o les factures elèctriques (7). Alhora, pel que fa a la distribució entre assignatures, trobem que hi ha pocs recursos (13) que facin un plantejament explícitament interdisciplinari.

Això indica que quan es dissenyen materials educatius sobre energia es tendeix a prioritzar temàtiques com la descripció de les energies renovables o consells senzills per estalviar energia, etc. De fet, l'anàlisi ens mostra que la majori part dels recursos centrats en les energies renovables **fan un esforç per explicar quines són, però amb un tractament molt superficial**: dir quines són i quin tipus de font d'energia utilitzen. En canvi es deixen de banda els contextos més controvertits que busquen un enfocament més realista, com ara “com és que havent-hi tantes energies renovables encara depenem tant del petroli?”, cosa que es veu quan només 11 dels recursos entren a abordar l'energia dels combustibles fòssils.

El mateix passa amb la temàtica relacionada amb el consum i estalvi energètic a la llar, al centre escolar o als mitjans de transport. Molts dels materials educatius se centren a conscienciar l'alumnat sobre aquesta temàtica, cosa que cal valorar positivament, però **no entren en un debat profund de les conseqüències reals d'estalviar energia**, assumint que més estalvi implica sovint menys comoditat: “per què la gent no sempre va amb transport públic?”, “per què la gent no sempre té hàbits relacionats amb l'estalvi energètic?”, etc. (Taula 10).



Segons l'enfocament educatiu de cada recurs

Si mirem quin és l'objectiu educatiu dels recursos disponibles, trobem que els enfocaments més habituals sobre els quals gira l'ensenyament de l'energia a Catalunya són, per ordre de freqüència, la conscienciació i els consells (148), la informació i la comprensió conceptuals (116) i la divulgació científicotècnica (103). Ara bé, malgrat la quantitat de recursos centrats en la informació i la comprensió conceptuals, això no implica una qualitat didàctica dels recursos. De fet, en analitzar aquests diferents recursos trobem que molts busquen una comprensió de nivell molt baix, molt centrada en definicions, en activitats memorístiques, i, en canvi, poc de raonament, de presa de decisions o de modelització (es dona informació, però no se'n promou la comprensió). Amb menys freqüència, trobem els recursos enfocats en l'experimentació i el treball pràctic (58) i/o en el disseny

tecnològic (24), que en comparació n'hi ha molts menys. En resum, hi ha poques activitats que incitin l'alumnat a fer, mentre que l'atenció la posen a aconsellar i conscienciar l'alumnat o en la simple transmissió d'informació. És especialment rellevant la **poca presència de recursos que fomenten un disseny tecnològic**, que contrasta amb la importància de la filosofia maker, que cada vegada pren més rellevància en l'ensenyament de les disciplines STEAM (acrònim en anglès de ciència, tecnologia, enginyeria, art i matemàtiques). (Taula 11).



Segons el format en què es presenta cada recurs

La varietat de recursos també fa que aquests es puguin presentar de maneres molt diferents. Per exemple, és diferent un recurs que es pot descarregar d'un recurs que consisteixi en una visita, o un recurs que està en format paper d'un recurs que s'executa a través d'algun programa amb un ordinador.

El format més habitual en què trobem els recursos que tracten sobre energia són els documents descarregables (98) i les visites (85), ja siguin d'estudiants a determinats espais com de les persones educadores als centres escolars. El fet d'haver identificat un gran nombre de recursos que consisteixen en visites mostra, d'una banda, la demanda que hi ha d'aquest recurs i, de l'altra, la dificultat que pot tenir actualment una persona docent que vulgui comparar fàcilment les diferents ofertes de visites a instal·lacions que hi ha, i la importància que tindria un servei centralitzat per accedir a la informació d'aquestes visites.

Com és d'esperar, com a conseqüència de la digitalització de tots els arxius i recursos que s'ha dut a terme en els darrers anys, els recursos en format paper són els menys habituals (9). Per la seva banda, també n'hi ha un nombre considerable en format kit de materials (28), és a dir, materials físics en format de préstec o de compra per desenvolupar una activitat o diverses. Ara bé, molts d'aquests materials en suport físic són jocs de taula, i hi ha pocs dispositius experimentals. A més, **falten materials que podríem anomenar com de difícil accés per a les escoles i els instituts, com, per exemple, dispositius i enginyers tecnològics poc comuns però molt rellevants des del punt de vista energètic: plaques solars fotovoltaïques, nous materials fotosensibles, materials tèrmicament aïllants, bons conductors elèctrics, motors elèctrics, maquetes de centrals elèctriques, forns i cuines solars, etc.** Alhora, també es troba a faltar una oferta de sensors i aparells que permetin mesurar diferents fenòmens energèticament rellevants: sensors de temperatura d'alta precisió, càmeres termogràfiques, comptadors elèctrics intel·ligents, sensors de voltatge o intensitat que permetin una representació gràfica i no només numèrica, etc. (Taula 12).

Taula 11. Classificació dels recursos educatius segons l'enfocament educatiu.

Enfocats a saber	Informació i comprensió conceptuals (promou que l'estudiant hagi de donar resposta com a mínim a una pregunta que demostrï la comprensió d'algun contingut conceptual)	116
	Divulgació científicotècnica (transmet informació i dades relacionades amb l'energia i l'ús de l'energia)	103
	Conscienciació i consells dirigits a la conscienciació (individual o col·lectiva) sobre assumptes relacionats amb l'energia i el seu estalvi	148
Enfocats a fer	Experimentació i treball pràctic (promouen activitats de tipus pràctic o experimental, és a dir, activitats en les quals s'hagi de fer proves i observacions seguint un procediment o s'hagi de manipular objectes, materials, etc.)	58
	Disseny tecnològic (l'alumnat ha de dissenyar i/o construir una instal·lació o un aparell)	24

Taula 12. Classificació dels recursos educatius segons el format

Presencial	En paper: conjunt de recursos presencials que es troben en format paper, com ara articles en publicacions periòdiques, llibres de text, etc.	9
	Kit de materials: conjunt de recursos presencials associats a tot un paquet de materials que són necessaris per a la realització d'una activitat i que poden ser de diferent caràcter, com podrien ser, comptadors intel·ligents, material per un joc de taula, cuines solars, etc.	28
	Visita: conjunt de recursos presencials que impliquen la visita o el desplaçament d'algun dels agents implicats a un altre lloc, ja sigui la visita de l'alumnat a una instal·lació concreta o dels educadors i educadores a l'escola.	85
Digital	Descarregable: conjunt de recursos digitals que es poden descarregar a través de la xarxa i els arxius dels quals, per tant, es poden imprimir o guardar per al seu ús en qualsevol espai.	98
	Executable: conjunt de recursos digitals que s'executen a través de la xarxa, ja siguin vídeos, animacions, jocs, i que en alguns casos necessiten que s'hi instal·li un programari determinat per al seu funcionament (com, per exemple, Java).	43
	En línia: conjunt de recursos digitals que es poden consultar en la xarxa, però que no es poden descarregar com a arxiu ni es pot executar un programa de forma exclusiva, sinó que la informació la conté la pàgina web (en format HTML).	83



Segons l'edat a la qual va dirigit cada recurs

Quant a l'edat, l'anàlisi dels recursos mostra que l'ensenyament sobre l'energia es dona en tots els nivells, cosa que contrasta amb altres temàtiques curriculars que estan molt més centrades en edats concretes.

Si en fem l'anàlisi per franges d'edat, trobem que la que concentra el nombre més alt de recursos és l'etapa corresponent a l'educació secundària obligatòria (entre els 12 i els 16 anys): primer cicle d'ESO (118) i segon cicle d'ESO (147). Per la seva banda, el nombre de recursos disponibles per a l'etapa d'educació infantil (19), el primer cicle d'educació primària (58) i el segon cicle d'educació primària (81) és inferior.

Un altre aspecte rellevant que cal destacar és que, de vegades, els recursos disponibles pretenen arribar a moltes edats alhora, cosa que demostra que en la major part dels recursos **no es parteix d'una progressió d'aprenentatge massa coherent en funció de l'edat a la qual es dirigeixen**.



Segons el temps de durada aproximat per fer servir cada recurs

A una persona docent potser li interessa una activitat que duri gairebé un matí sencer, una activitat d'unes tres o quatre hores per tal de treballar alguna cosa concreta aquell matí, però també potser no disposi de tant de temps per dedicar a una activitat i, per tant, només necessiti un recurs que duri deu minuts i serveixi per complementar una sessió

de classe o un taller no formal. Per això, hem inclòs la durada aproximada necessària per fer servir cada recurs.

Els resultats extrets de l'anàlisi ens indiquen que una part important dels recursos tenen una durada adaptable (102), que dependrà de molts factors, com poden ser el nivell de l'alumnat, el nombre d'activitats que la persona docent vulgui desenvolupar a partir del recurs mateix, etc., i que poden fer variar la durada dels recursos.

Pel que fa als recursos que sí que defineixen el temps de durada, trobem des de recursos que poden durar deu minuts o menys fins a recursos que poden durar tot un curs escolar: els majoritaris són els recursos de durada curta o mitjana (fins a dues hores). Aquest fet està en consonància amb el que ja hem mencionat anteriorment: hi ha una oferta molt variada de recursos en l'ensenyament sobre l'energia pel que fa al format.



Segons l'escala de públic a què s'adreça cada recurs

Parlem d'escala de públic per referir-nos al nombre de persones a què es dirigeix, és a dir, quantes persones podran desenvolupar l'activitat en un mateix moment quan s'implenti en un context educatiu determinat. En els casos en què es tracta de jocs o activitats digitals, es considera que són activitats individuals, malgrat que pugui estar fent-les tot el grup classe alhora. En canvi, quan es tracta d'una unitat didàctica que, alhora, inclou diverses activitats (algunes d'individuals, d'altres en petits grups i d'altres en grup classe), el recurs apareix simultàniament en les tres categories diferents d'escalas de públic.

Infantil i primària	Infantil	19
	1r cicle de primària	58
	2n cicle de primària	81
	3r cicle de primària	105
Secundària	1r cicle d'ESO	118
	2n cicle d'ESO	147
	Batxillerat	83
Altres	Adults	33
	Tots els nivells	63

Taula 13. Classificació dels recursos educatius segons l'edat a qui va adreçat el recurs.

La major part dels recursos analitzats es caracteritzen per anar dirigits a grups classe (142) o a activitats individuals (147), tot i que, en molts casos, es tracta d'activitats individuals que es poden inserir en un context d'aula i, per tant, en activitats de grup classe. Per exemple, un vídeo o un videojoc és un recurs individual perquè pot utilitzar-lo un o una estudiant de manera autònoma, però també pot ser treballat en el grup classe. Molts altres recursos estan pensats per fer en grups petits, de dues a deu persones (39). Les activitats pensades per un públic més nombrós (com ara per a diversos grups classe alhora o per a tot un centre educatiu) són molt menys comunes, ja que són activitats molt més difícils d'implementar. (Taula 15).



Segons el cost de fer servir cada recurs

També s'ha analitzat el cost (o la gratuïtat) que suposa cadascun dels recursos. En el cas que el recurs tingui un cost associat (ja sigui per l'entrada a unes instal·lacions, pel lloguer d'un material, etc.), s'ha tingut en compte aquest cost, tant si és total del recurs com si es tracta d'un cost per alumne, depenent del cas. També s'hi inclouen les variacions en el cost que pugui haver-hi en funció del transport o el desenvolupament de l'activitat (compra de materials fungibles).

La major part dels recursos que s'han recollit **són recursos de caràcter gratuït** (229), però hi ha 33 recursos amb un preu fix (determinat pel cost total del recurs o pel cost per participant) i 36 amb un preu per determinar. Com que aquest preu pot variar molt en funció del recurs, és difícil d'establir cap descriptor estadístic, com ara el preu mitjà per recurs. (Taula 16).

Durada curta	10 minuts o menys	42
	Fins a 30 minuts	18
	Fins a 1 hora	43
Durada mitjana	Fins a 2 hores	27
	Prop de 3-4 hores	28
Durada llarga	Prop de 2 setmanes	7
	Prop de 4 setmanes	8
	Permanent	45
	Tot un curs escolar	8
Altres	Adaptable	102

Taula 14. Classificació dels recursos educatius segons la durada del recurs.

Individual o grups petits	Activitat individual	147
	Per fer en grups petits (de 2 a 10 persones)	39
	Per fer en grups classe (fins a 30 persones)	142
Grans grups	Per fer en grans grups (diversos grups classe)	2
	Per fer tot un centre escolar o una entitat	12
	Adaptable a diferents escales de públic	3
	Obert al públic en general	12

Taula 15. Classificació dels recursos educatius segons l'escala de públic a que s'adreça el recurs.

Sense cost	Gratuït	229
	Possibles despeses de transport (si implica un desplaçament)	21
	Possibles despeses de desenvolupament de l'activitat (material fungible)	9
Amb cost	Preu total per activitat	21
	Preu concret per alumne/visitant	12
	Per determinar	36

Taula 16. Classificació dels recursos educatius segons el cost del recurs.

Determinat	Edificis particulars o instal·lacions	59
	Escola	114
Indeterminat	Casa	6
	Carrer o espais oberts	11
	Qualsevol espai	152

Taula 17. Classificació dels recursos educatius segons l'espai d'implementació del recurs.

Específic	Barcelona	38
	Girona	10
	Lleida	4
	Tarragona	4
Qualsevol	Qualsevol	225
	Catalunya	47

Taula 18. Classificació dels recursos educatius segons el punt geogràfic per accedir al recurs.

El que sí que es pot inferir d'aquestes dades és que les noves ofertes d'activitats que es puguin fer en el futur han d'aportar un veritable valor afegit, ja que el professorat ja disposa de molts recursos gratuïts, i només estarà disposat que els seu grup d'estudiants facin una inversió econòmica si l'activitat realment s'ho mereix.



Segons l'espai d'implementació associat a cada recurs

També s'ha analitzat quin és l'espai físic en el qual està pensat el desenvolupament del recurs:

Els espais més habituals d'implementació dels recursos són l'escola (114) i, en general, aquells que, per la seva naturalesa, poden ser implementats en qualsevol espai: recursos en línia, recursos fàcilment transportables, etc. (152). D'altra banda, els recursos educatius menys habituals són els destinats a ser implementats a casa (6) i en el carrer o en espais oberts (11). (Taula 17.)



Segons el punt geogràfic per accedir a cada recurs

A diferència de la dimensió anterior, que se centrava en l'espai físic, aquesta dimensió permet classificar la demarcació en què el recurs es pot implementar en cas que només es pugui implementar en un punt geogràfic determinat (per exemple, una visita o un taller presencial).

La major part dels recursos poden ser utilitzats en qualsevol punt geogràfic (224), ja que no estan preparats per ser desenvolupats en un punt geogràfic concret: com que es poden descarregar o executar en línia, poden aconseguir-se des de qualsevol lloc del món amb connexió a la xarxa. El nombre de recursos que només poden implementar-se a Catalunya (47) és més limitat, ja sigui perquè són visites presencials o bé perquè requereixen materials físics que només poden obtenir-se en aquest territori (per exemple, material en préstec per a tot el territori català). Alhora, si ens fixem en els recursos als quals només es pot accedir en una demarcació determinada, trobem que la demarcació amb el nombre més alt de recursos identificats és Barcelona (38), seguida de Girona (10) i, finalment, de Lleida (4) i Tarragona (4). (Taula 18.)

2.3. Metodologia per a l'anàlisi de les necessitats identificades des del món educatiu

En paral·lel a l'anàlisi de l'oferta de recursos educatius sobre ensenyament de l'energia presentada en els apartats anteriors, també s'ha volgut analitzar quines són les necessitats identificades des del món educatiu respecte a aquesta qüestió. Per fer-ho, s'ha dut a terme un estudi qualitatiu a partir d'un grup focal (focus group) sobre ensenyament de l'energia amb la participació de diferents professionals educatius relacionats amb el món de l'energia i que es va dur a terme el març de 2016.

Aquest grup focal tenia com a objectiu principal reunir diferents professionals vinculats a l'ensenyament de l'energia per tal de preguntar-los el seu punt de vista respecte a quines mancances hi ha actualment en l'ensenyament de l'energia a Catalunya. Les persones participants del grup focal van estar seleccionats expressament segons els diferents àmbits que representen:

- 1 mestra de primària experta en l'àrea de medi natural
- 7 professors i professores de secundària de l'àmbit STEM:
 - 2 física
 - 2 química
 - 2 tecnologia
 - 1 biologia
- 2 educador i educadora d'empreses d'educació STEM no formal:
 - 1 empresa d'educació ambiental enfocada a realitzar tallers i activitats
 - 1 empresa d'experimentació científica de laboratori
- 2 comunicadors / divulgadors científics:
 - 1 associació de conscienciació i divulgació sobre energia
 - 1 museu que inclou activitats d'ensenyament sobre energia.

Aquesta trobada es va estructurar sobre tres dinàmiques de treball, d'una durada de 30 minuts cadascuna:

- En primer lloc, es va fer una ronda d'intervencions lliures sobre **el què i el perquè d'educar sobre energia a partir de l'experiència professional de cadascú**.
- Seguidament, es va fer una activitat d'anotació d'idees sobre **les necessitats que identificaven els diferents professionals participants en relació amb l'ensenyament de l'energia** en el seu àmbit particular (ensenyament formal o ensenyament no formal).
- Finalment, es va debatre sobre com hauria de ser per a cadascú **el recurs ideal (o conjunt de recursos) per educar sobre energia**.

Les tres dinàmiques de discussió van ser enregistrades en àudio, transcrites i analitzades posteriorment per persones investigadores del CRECIM, que també van estar presents a la sessió. L'anàlisi de les intervencions va consistir a seleccionar les diferents intervencions fent servir un programari d'anàlisi qualitativa de dades i a codificar els fragments de conversa rellevants a partir d'un sistema de categories creat durant el procés d'anàlisi. Aquest procés va permetre elaborar una radiografia de quines són les principals necessitats educatives expressades per aquest conjunt de professionals, estructurant-les en diferents blocs temàtics, tal com es presenta a continuació.

2.4. Resultats de l'anàlisi de les necessitats identificades des del món educatiu

A continuació, presentem l'anàlisi de les necessitats identificades des del món educatiu, organitzada a partir de diferents blocs temàtics i incloent-hi una síntesi de les intervencions més rellevants.



Entorn dels continguts sobre energia que cal ensenyar

Una de les idees que més es repeteix durant la trobada és la necessitat de clarificació conceptual o del model d'energia, per tal de dilucidar les idees centrals que s'han de treballar. Per exemple, el professorat detecta la falta d'una proposta concreta de quines són les idees clau d'energia que cal que l'alumnat sàpiga (o sàpiga fer) en relació amb l'energia en primària. És a dir, una proposta que ajudi el professorat a saber sobre quins continguts cal posar un èmfasi especial quan parlem sobre energia a l'aula de primària.

Mestra de primària: “Quan jo penso què he de fer d'energia a primària he de saber aquelles coses fonamentals que he de mirar (3 o 4, no en poden ser més) i sobre les quals s'anirà construint tota aquesta idea d'energia, perquè, si no, em perdo. Quines són aquelles coses importantíssimes que jo he de mirar sempre i a tot arreu i a les quals he de fer sempre referència per anar construint aquesta idea d'energia”.

Una altra de les idees emergents en la discussió és que aquest model consensuat ha d'anar més enllà dels continguts parcel·lats per assignatures i disciplines que tractin la temàtica de l'energia, i que s'hauria de vehicular a través d'un vocabulari comú. Un vocabulari comú que ajudi l'alumnat a arribar a aquest model d'energia consensuat entre les diverses disciplines, i no pas que el confongui:

Professora de química 2: “Crec que el vocabulari mareja molt. Com a futurs ciutadans i ciutadanes és necessari que tinguin un model clar de l'energia, per què es transforma, es conserva, es degrada, es transfereix, s'emmagatzema... Jo crec que hauríem d'aconseguir trencar una mica amb el model curricular, atès que segurament algunes disciplines fan servir més unes paraules que altres. I hauríem d'aconseguir un model únic i funcional realment pensant en l'alfabetització científica. Ja que l'alfabetització científica implica presa de decisions, i no poden prendre decisions si no tenen les idees clares, i no crec que des de l'escola se'ls hagin comentat idees clares”.

Parlant del vocabulari i el model d'energia que es vol que l'alumnat assoleixi, una altra idea que apareix és que cal donar més rellevància a la idea de degradació i menys a la de conservació, ja que la conservació sovint no serveix per explicar fenòmens de la vida quotidiana, com ara per què cal anar en compte amb el consum que fem de l'energia. Diversos participants van insistir que calia posar en el centre de l'ensenyament de l'energia el concepte de degradació, ja que no només és més intuïtiu, sinó que ajuda a la construcció d'un model de l'energia que ens permet formar futurs ciutadans i ciutadanes amb capacitat per actuar envers l'energia.

Professora de química 1: “Nosaltres, com a secundària, en els llibres incidim molt en el primer principi, és a dir, en la conservació de l'energia... Que en veritat no és cert. L'energia es degrada i es dissipa, i penso que en això no hi fem prou èmfasi, i, per tant, si incidim que l'energia per transformar-se sempre es dissipa i es degrada, li veurem el sentit a l'estalvi energètic, que per mi és la clau. És a dir, per què ho fem? Doncs perquè volem formar ciutadans i ciutadanes que siguin responsables, que mantinguin el medi ambient... Per què ho han de fer? Perquè han d'entendre que l'energia... Clar, si jo dic que l'energia es conserva, ja no cal que ho facin, perquè si es conserva... No, no, però és que els processos són irreversibles, no? Les coses cauen de dalt a baix, i si vull que passi al revés, doncs ja estic dissipant energia. I, per tant, jo sempre m'he trobat que tenim aquest problema, que no acabem d'explicar bé l'energia, perquè insistim molt a quantificar la conservació i fer problemes de quantificar conservació, però, en canvi, no entenem la idea clau que és que l'energia es degrada”.

D'altra banda, pel que fa al contingut, també s'aborda el tema de l'ensenyament de les fórmules quan es parla sobre l'energia, i de la idoneïtat de memoritzar o no memoritzar aquestes fórmules, si a això no li segueix una reflexió, és a dir, si no se n'entén el significat.

Professor de física 1: “A mi no em serveix de res ensenyar que l'energia cinètica és $\frac{1}{2}$ de m per v al quadrat. Els estudiants poden memoritzar la fórmula, però no són capaços després de discutir sobre la conducció eficient dels vehicles a partir de la idea de transferir energia al cotxe”.

Tanmateix, també es parla de la necessitat de replantejar l'ensenyament d'alguna de les fórmules que estan relacionades amb l'energia, per tal d'ajudar l'alumnat a comprendre alguns conceptes relacionats sobre consum i estalvi energètic.

Comunicador 1: “Cal canviar la mirada. Jo, per exemple, la potència la vaig aprendre com potència és igual a energia partit per temps, d'acord? Que és així, però nosaltres canviem una mica la fórmula, canviem de posició, per dir que l'energia és igual a potència per temps. Per què ho fem, això? Perquè aleshores podem parlar que si el que vols és fer actuacions de millora d'eficiència energètica, per tant, reduir el consum d'energia, el que hem de fer és reduir la potència, per tant, has d'anar cap a una millora tecnològica d'aparells o millorar els teus hàbits de consum, és a dir, reduir el temps o optimitzar l'ús dels aparells. Una simple transposició d'aquesta fórmula explica moltes coses”.



Sobre la relació entre nivells educatius, entre assignatures i entre àmbits (formal i no formal)

El grup de professionals ens diu que des de l'educació primària no se sap ben bé com enfocar l'ensenyament de l'energia més enllà de l'ensenyament dels tipus de fonts d'energia (renovables i no renovables), malgrat que la docència sap que l'ensenyament de l'energia es pot fer sobre d'una gran varietat de fenòmens que s'estudien en primària.

Mestra de primària: “Quan nosaltres fem coses de ciències, podem mirar-ho des del què passa o des del què passa amb l'energia. I jo crec que aquesta perspectiva no l'acabem de mirar. Jo puc mirar el creixement de les plantes des de la perspectiva de l'energia, i mai no ho faig. Des de primària mai faig aquesta visió... Però mai no la faig quan faig baixar una pilota per una rampa. Estic fent una visió des del fregament, des del cos... Aquesta mirada des de l'energia no la faig. Per tant, on la faig sempre? Quan tractem les energies renovables, que dius: ‘ostres, aquí ja tenim un problema! Vols dir que això és parlar d'energia?’. Això és parlar d'energia des d'una mirada”.

Aquesta mateixa problemàtica no només es té des de la perspectiva del professorat en actiu en les aules de primària, sinó que també resulta un tema de debat entre el professorat d'universitat encarregat de formar les futures persones docents en el grau d'educació primària.

Professora de química 2: “Entre el professorat del grau de primària, el tema de l'energia no sabem ben bé com l'hem d'enfocar, és el que més ens costa”.

Tot això genera una preocupació entre el professorat, ja que se sap que s'ha d'avançar en el que toca a l'ensenyament de l'energia en la primària, però no se sap en quin sentit.

Mestra de primària: “L'energia es tracta des d'un punt de vista molt descriptiu. No és un tema fàcil per al professorat ni, evidentment, per a l'alumnat. Del què es treballa, no n'estem contents, però no sabem tampoc com fer-ho d'una altra manera”.

D'altra banda, el grup de professionals també fa palès que la coordinació entre les diferents disciplines en relació amb l'ensenyament sobre l'energia és molt pobre. En la mateixa línia de la necessitat de tenir un model consensuat d'energia, reclamen una coordinació millor entre disciplines per tal que l'alumnat no entengui que parlem de formes diferents d'energia segons la disciplina des de la qual ens mirem els processos.

Professora de química 2: “Com a currículum, també a socials tracten les renovables. I, a vegades, són les renovables segons les ciències, les renovables segons les ciències socials... O sigui, també estaria bé la visió de com es tracta en aquell currículum per fer una cosa més conjunta, perquè no és una cosa de la part de ciències o de tecnologia. [...] Hem de parlar de l'energia biòlegs i químics. Físics i químics, que teòricament som els mateixos professors, parlem de l'energia de maneres diferents. Crec que l'alumnat entén l'energia en la classe de química, en la classe de bio, en la classe de tecno... Hi ha moltes energies, una per cada currículum”.

Fins i tot, s'arriba a comentar que seria necessari tractar-la de manera conjunta, atesa la interdisciplinarietat del concepte, insistint en el fet que no s'està donant una idea conjunta i comuna sobre què és l'energia, tot i saber que parlar d'energia és parlar d'interdisciplinarietat, ja que és una manera de mesurar processos molt diferents i fer-los equivalent.

Professora de biologia: “El tema de l'energia, doncs, és evidentment crucial i crec que ens perdem ocasions de treballar-la conjuntament des de les diferents disciplines de la ciència. Crec que hi ha una barrera entre com es tracta l'energia en les matèries de física i química i com es tracta en la biologia, i crec que és una pèrdua perquè contribuïm a fer que l'alumnat no s'adoni que estem parlant del mateix”.

Educadora no formal 2: “Estem parlant tots de química, biologia, de física i química, de tecnologia, però ens falta jo crec tota la mirada de geografia, de geofísica, historico-social... Una mirada molt holística, perquè el tema és per força holístic”.

Una altra de les idees que s'exposa repetidament entre el grup de professionals que participants en el grup focal és la necessitat d'una cooperació més gran entre els agents de l'ensenyament formal i els agents de l'ensenyament no formal perquè, d'aquesta cooperació, se'n podrien treure grans beneficis educatius i de formació de l'alumnat en termes d'energia.

Professora de química 1: “Hi ha d'haver més connexió entre ensenyament formal i no formal, això és clau. Perquè segurament la gent que està en un lloc no formal està més preparada o més formada en el tema de l'energia que la que estem com a professora de secundària i, per tant, crec que ens poden ajudar molt”.

En el relat s'exposa que hi ha poca vinculació entre activitats a l'aula (ensenyament formal) i fora de l'aula (no formal), i això ens porta a la necessitat d'apostar per una proposta conjunta entre ensenyament formal i no formal, basada en la cooperació entre l'un i l'altre ensenyament. Aquesta necessitat queda resumida en la intervenció següent, en la qual, a més, s'incorpora la necessitat d'experiències manipulatives i experimentals.

Educador no formal 1: “Fer una espècie de pla integral sobre el coneixement i la consciència energètics que aglutini centres de divulgació en ciència, museus i instituts i que ofereixi materials pedagògics amb experiències manipulatives a les escoles”.

Per acabar, també mencionen la necessitat de cooperació entre el món de l'ensenyament i el món professional a través de diverses iniciatives que permetrien que el treball de l'energia a l'aula fos més autèntic.

Professor de tecnologia 1: “Activitats didàctiques interdisciplinàries relacionades amb les dades proporcionades en línia per la Red Eléctrica Española. Això ens permet veure en directe quin consum hi ha, quina demanda hi ha i d'on ve, si d'una nuclear, si d'eòlica...”.

Comunicador 1: “Programa educatiu perquè professionals del món energètic i social expliquin el seu àmbit d'actuació en centres de formació o programes de pràctiques amb aquestes entitats que treballen no només temes tècnics sinó temes socials”.



Sobre les maneres d'ensenyar energia

El grup de professionals ens diu que és necessari que hi hagi més activitats experimentals i manipulatives, tot remarquant la importància d'aquestes activitats en la línia que ja es coneix des de la didàctica de les ciències, és a dir, que són útils per tal d'afavorir el procés d'ensenyament i aprenentatge, en aquest cas, sobre l'energia.

Mònica: “La manera com queden més els coneixements sobre ciències i, en aquest cas, sobre energies és mitjançant la part manipulativa, perquè l'alumnat copsi més bé què és l'energia i com treballar sobre aquest tema”.

Per això, es comenta que els cal disposar de materials i dispositius per tal de poder dur a terme aquestes activitats experimentals i manipulatives:

Educador no formal 1: “Cessió de recursos en préstec de material especialitzat i educatiu per a professionals de l'educació. Com, per exemple, plaques fotovoltaiques educatives, càmera termogràfica, etc.”.

No obstant això, també ens proposen la necessitat de crear kits per poder prendre mesures i reflexionar sobre maneres d'estalviar energia.

Professor de tecnologia 1: “Una altra proposta seria un kit per tal de treballar experimentalment l'estalvi i l'eficiència energètics. Veure que hi ha determinats materials, determinades maneres de reduir el consum energètic per obtenir el mateix confort”.

Ahora, ens diuen que aquestes activitats també han de resultar significatives i problematitzades per a l'alumnat, ja que, si no, pot ser que no ajudin a incorporar res de nou. A tall d'exemple, en una de les intervencions es diu que l'ensenyament de l'energia que es fa en la primària en aquests moments resulta poc significatiu per a l'alumnat perquè, en general, no introdueix continguts que no coneguin abans de l'ensenyament i tampoc no provoca un canvi en els hàbits.

Mestra de primària: “En la primària només es parla d'energia des d'una perspectiva de les energies renovables i, a més, sembla que la utilitat d'aquest ensenyament-aprenentatge no té gaire sentit, perquè l'alumnat respon exactament el mateix a l'inici del cicle d'aprenentatge que al final, perquè ells tenen les coses clares pel que ja hagin pogut sentir en el seu entorn, i, en general, no provoques un canvi real de comportament”.

Conseqüentment, també ens proposen un enfocament de l'energia que vagi dirigit més en aquesta línia.

Professora de química 2: “Hem de fer un esforç per tal que hi hagi noves unitats, noves propostes amb un enfocament diferent. Un tema de l'energia molt més obert, molt més problematitzador que no pas els models que ara tenim”.

En aquest mateix sentit, ens comenten que l'energia no s'ha de presentar a través de situacions escèptiques, sinó que s'ha de presentar a través de situacions reals i controvertides que ajudin a formar futurs ciutadans i ciutadanes capaços d'actuar davant de problemes complexos.

Professor de tecnologia 1: “El tema de l'energia és una cosa que quan estava a l'aula em preocupava, ja el treballàvem. I una de les coses que sí que ja vaig descobrir en el seu moment és que el tractament que fèiem general des del professorat i des dels llibres de text s'explicava d'una manera molt asèptica. Vull dir, igual s'explica una central nuclear que s'explica un generador eòlic. Però és clar, molt bé, veiem la tecnologia, veiem que entra una energia d'entrada i surt una energia de sortida, i això és el que fem servir. D'acord, molt bé. I llavors sí, es parla de les renovables, però això en els nanos no crea cap pòsit, perquè és una cosa realment distant, vull dir un aprenentatge intel·lectual. I llavors una de les coses que sí que vaig veure era la importància de connectar els nanos amb aquestes coses. I connectar-los des d'un punt de vista emocional, que ells amb l'acció, amb l'actuació, copsessin que això de l'energia realment és una cosa que els afecta en el dia a dia i que les maneres de fer-se amb això passen (sobretot amb els primers i segons d'ESO) per fer coses que des de l'aula puguis fer una acció directa. [...] La implicació amb una cosa de la qual hi hagi un abans i un després, i que ells formin part d'aquest projecte és diferent que explicar una central nuclear. Té un altre sentit. Això és essencial”.

Professora de tecnologia 2: “És important que l'alumnat proposi una solució a un problema. El més important és que el problema a solucionar el plantejessin ells mateixos, perquè, si no, sempre els estem donant i crec que han de ser ells els qui vegin on hi ha una cosa que s'hauria de solucionar. [...] Però, sempre, cal que impliqui acció-reacció, és a dir, que puguin tenir mesures o veure solucions sobre allò que han plantejat amb un resultat avaluable, no de posar nota, sinó els seus fruits”.



Sobre la perspectiva de gènere en l'ensenyament de l'energia

El grup de professionals ens diu que l'ensenyament mateix de l'energia també ens ha de fer mirar sobre la perspectiva de gènere que hi ha implícita quan parlem sobre l'energia. Parlar d'energia és important perquè també és parlar de desigualtat de gènere i, des d'una mirada sociocrítica, ens ha de portar al foment de les capacitats de les dones en les disciplines científicotècniques, trencant els estereotips en aquest sentit, per tal d'avançar cap a una societat més equitativa i igualitària.

Educador no formal 1: “Les empreses que es dediquen a temes energètics tenen una bretxa de gènere bastant important. Només un 20% de les persones que ocupen cúpules directives són dones. I per què està passant això? Entre la gent que està dins de les empreses energètiques, hi ha gent que ocupa feines poc qualificades en que sí que hi ha molta part de gènere femení, però, a l'hora de prendre decisions, la majoria són homes. Treballar temes d'energia també ens farà mirar que la societat ha d'anar cap a l'equitat i la igualtat”.

3. Necessitats i reptes per millorar l'ensenyament de l'energia a Catalunya

L'anàlisi de l'oferta de recursos educatius recollits i de les necessitats identificades per part d'una mostra de professionals educatius participants en el grup focal ha permès identificar, d'una banda, quins són els punts forts i febles de l'oferta educativa actual sobre energia i, de l'altra, com veuen el professorat i altres professionals del món educatiu aquesta oferta, i quins neguits, demandes i interessos expressen.

Combinant aquestes dues anàlisis, podem afirmar que la principal necessitat en l'oferta de recursos **no és una quantitat de recursos que falten**, ja que hi ha una oferta important, molt variada, per a moltes edats i que aborda moltes temàtiques diferents a partir de formats educatius molt diferents també. En canvi, les barreres a l'hora d'utilitzar aquests recursos i explotar-ne al màxim el valor didàctic són en dues esferes: **una esfera associada a la mateixa competència docent en l'ensenyament sobre energia i una altra esfera associada a les eines que permeten un aprofitament millor dels recursos existents**.

Pel que fa a la primera esfera, quan parlem de **necessitats vinculades a la competència docent en l'ensenyament de l'energia** ens referim a les necessitats que té el professorat / personal educador a l'hora d'ensenyar sobre energia de forma autònoma, és a dir, en el seu context educatiu ordinari (cosa que inclou l'acció del mestre o la mestra, una unitat didàctica a l'escola, una activitat per a extraescolars, el disseny d'un taller, etc.). Com exposem a continuació, són les necessitats que sorgeixen arran de la falta de clarificació conceptual i didàctica sobre què treballar sobre cada idea, i quan, en cada una de les situacions educatives

(en cada nivell, en cada àrea, etc.). En altres paraules, podem dir que no és que els i les professionals no trobin recursos, sinó que expressen que hi ha una manca de criteris per triar-los, situar-los i avaluar-los. Per exemple, per triar quin recurs és millor, decidir on fer què, tant entre les diferents àrees (física, química, biologia, socials, tecnologia, etc.) com entre els diferents cursos escolars, i també per saber si el seu alumnat, després de l'ús del recurs, sap el que ha de saber sobre energia.

Pel que fa al segon nivell, quan parlem de **necessitats d'eines per a l'aprofitament dels recursos existents** ens referim a les necessitats que té el professorat / personal educador a l'hora d'ensenyar sobre energia mitjançant activitats que depenguin de tercers (unes dades, una visita, una col·laboració indústria-escola, etc.). Són, per tant, necessitats que tenen a veure amb l'accés a la informació existent i als canals per compartir-la i aprofitar-la. En altres paraules, podem dir que l'aprofitament dels recursos existents té a veure amb que el professorat difícilment pot fer ús dels recursos existents si no hi té un accés fàcil, clar i ordenat, així com l'estímul per compartir i generar sinergies educatives.

Finalment, si bé no hi ha una necessitat de molts recursos nous, sí que hi ha un **buit de recursos d'alt valor afegit**, és a dir, que aportin un veritable valor afegit a l'ensenyament i l'aprenentatge de l'energia. Això inclou un alt valor afegit tant didàctic (enfocaments, activitats, contextos i perspectives didàcticament més valuosos) com tecnològic (amb materials de difícil accés per a les escoles i instruments adaptats per mesurar energèticament).

Figura 20. Classificació de les necessitats educatives identificades. Elaboració pròpia.

Anàlisi de 328 recursos disponibles		Anàlisi de les necessitats dels i de les professionals	
Anàlisi dels recursos educatius sobre energia existents i de les demandes i necessitats dels i de les professionals implicades.			
Necessitats vinculades a la competència docent en l'ensenyament de l'energia	Necessitats d'eines per a l'aprofitament dels recursos existents	Necessitats de nous recursos educatius d'alt valor afegit	
• Necessitat de clarificació i prioritització conceptual • Necessitat de continuïtat en l'ensenyament de l'energia entre les diferents disciplines escolars • Necessitat de lligams en l'ensenyament de l'energia entre els diferents nivells educatius	• Necessitat de més visibilitat i millor organització de l'oferta • Necessitat de més sinergies entre les iniciatives educatives • Necessitat de més vinculació entre escola i món professional (problemes, dades, situacions més reals)	Alt valor didàctic • Enfocament més competencial i apoderador • Activitats més indagatives i basades en dades • Contextos més autèntics i problematitzants • Perspectiva d'equitat	Alt valor tecnològic • Materials i dispositius energèticament rellevants però de difícil accés • Instruments de mesura sobre energia adaptats a la ciència escolar

3.1. Necessitats vinculades a la competència docent en l'ensenyament de l'energia

Com hem esmentat anteriorment, un gruix important de les necessitats són les relacionades amb la manera com el professorat / personal educador selecciona els continguts a l'hora d'ensenyar sobre energia.



Necessitat de clarificació i priorització conceptual

Què és el que un professor o una professora ha d'ensenyar sobre energia? La presentació que es fa dels conceptes sobre energia en la major part dels recursos disponibles realment ajuda el professorat a poder explicar-los en les seves classes i/o activitats? Aquestes són preguntes que es deriven de les inquietuds dels i de les professionals i de l'anàlisi dels recursos educatius que s'ha fet.

Una de les problemàtiques que ens ha permès identificar aquesta necessitat és la mateixa **selecció i priorització dels continguts**. Tal com afirmen els i les professionals: “Quan jo penso què he de fer d'energia a primària he de saber aquelles coses fonamentals que he de mirar (3 o 4, no en poden ser més) i sobre les quals s'anirà construint tota aquesta idea d'energia, perquè, si no, em perdo. Quines són aquelles coses importantíssimes que jo he de mirar sempre i a tot arreu i a les quals he de fer sempre referència per anar construint aquesta idea d'energia”.

Una altra problemàtica que hem observat en l'anàlisi dels recursos existents és la **presentació excessivament descriptiva** dels continguts sobre energia, de manera que no s'aprofundeix en les idees clau. En paraules del grup de professionals participants en el grup focal, la problemàtica rau en el fet que “L'energia es tracta des d'un punt de vista molt descriptiu. No és un tema fàcil per al professorat ni, evidentment, per a l'alumnat [...] no n'estem contents, però no sabem tampoc com fer-ho d'una altra manera”.

Per la seva banda, la major part dels recursos que existeixen sobre l'energia a Catalunya posen l'èmfasi en el fet que l'energia es conserva, però, en canvi, no donen la mateixa importància al fet que **l'energia es degrada**. En els materials analitzats, hi apareix l'afirmació que “l'energia no es crea ni es destrueix, només es transforma”, però, tot i no ser incorrecta, entenem que aquesta idea ajuda poc a la conceptualització de l'energia, ja que aquest principi només és vàlid per a sistemes aïllats, cosa que no és gaire

habitual. A més, no explica, entre altres coses, perquè cal estalviar l'energia. En aquest sentit, els i les professionals incideixen que: “Nosaltres, com a secundària, en els llibres incidim molt en el primer principi, és a dir, en la conservació de l'energia.[...] L'energia es degrada i es dissipa, i penso que en això no hi fem prou èmfasi i, per tant, si incidim en que l'energia per transformar-se sempre es dissipa i es degrada, li veurem el sentit a l'estalvi energètic, que per mi és la clau”. El que generalment percebem és que l'energia no es conserva sinó que es gasta. D'aquesta manera, el principi de conservació queda allunyat de la nostra percepció i, per tant, no ens resulta útil. Amb això, no es vol dir que no s'hagi d'ensenyar ni que no sigui important, sinó que no hauria de ser l'eix central del model escolar d'energia, que és el que sembla succeir. En canvi, abordar més profundament la qüestió de la degradació és essencial per entendre qüestions quotidianes fora de l'entorn educatiu com ara la crisi energètica, la necessitat d'estalvi energètic, etc. Només a partir del principi de degradació de l'energia, entès com el fet que l'energia cada vegada és menys útil, perquè en cada transferència hi ha una part que es dissipa en forma de calor, es poden abordar aquests tipus de qüestions. Així, s'aconsegueix que el model que s'ensenya resulti útil per respondre qüestions i entendre fenòmens de la vida quotidiana i, per tant, per ser ciutadans i ciutadanes més competents.

Una altra problemàtica identificada en l'anàlisi dels recursos existents ha estat la presència d'explicacions incorrectes, o bé d'explicacions que poden induir a conceptualitzacions incorrectes. Entre els recursos analitzats hi ha unitats didàctiques o materials multimèdia que presenten problemes conceptuals per si mateixos, com, per exemple, a l'hora de parlar **de les formes d'energia**. Per exemple, en la figura 3 trobem un exemple de classificació de formes d'energia que barreja i confon tipus d'energies amb processos físics o tecnològics als quals associem una energia en un moment determinat. Distingir, per exemple, entre “energia mecànica” i “energia sonora”, quan el so és una interacció mecànica de la matèria, no només implica una falta de rigor científic, sinó que, a més, no ajuda l'estudiant a fer raonaments profunds, ja que es queda en una mera descripció fenomenològica que se centra en les diferències existents entre els diferents fenòmens d'estudi i no en les similituds entre els fenòmens (quan aquest és justament el punt fort de la mirada energètica dels fenòmens).

Aquestes incoherències les trobem també a l'hora de parlar de les propietats de l'energia. En la figura 4 trobem que dins d'una mateixa explicació es diu que "l'electricitat és una forma d'energia" i alhora que "l'electricitat és una forma de transportar energia". En què quedem? És l'electricitat una forma d'energia o una forma de transportar energia? O és les dues coses alhora? Aquest tipus d'ambigüitats, sumades a un baix domini del contingut per part del professorat, no només no ajuda l'estudiant a pensar en els fenòmens a través de l'energia, sinó que pot induir a concepcions errònies.

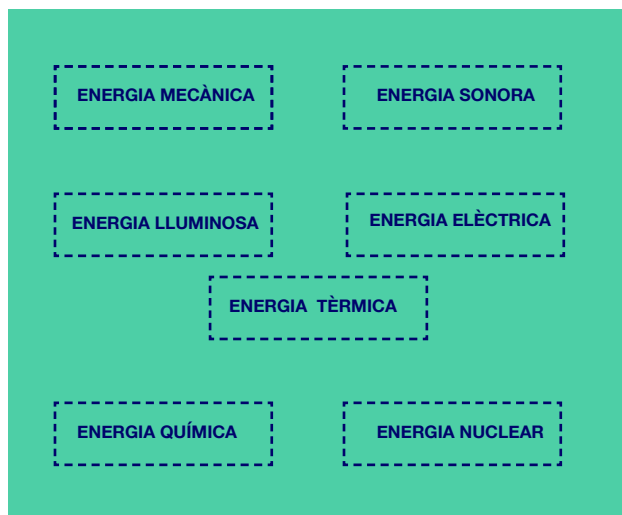
En conclusió, el professorat necessita eines per saber seleccionar quins conceptes i quines explicacions són prioritàries, i també eines que els ajudin a identificar explicacions que poden ser errònies o poden induir a comprensions errònies per part de l'alumnat.



Necessitat de lligams en l'ensenyament de l'energia entre les diferents disciplines escolars

L'ensenyament de l'energia es fa de forma interdisciplinària? És l'energia un concepte que s'hauria d'abordar de forma transversal entre les diferents disciplines? La separació de l'ensenyament en diferents disciplines (física i química, biologia i geologia, tecnologia, ciències socials...) ha comportat que **l'ensenyament de l'energia s'abordi de manera parcel·lada i poc coordinada** entre les disciplines implicades, tal com demostra l'anàlisi dels recursos educatius existents sobre energia, en què tan sols 13 dels

Figura 21. Exemple d'un recurs extret de la pàgina web La energía y sus formas, que parla sobre diversos tipus d'energies (mecànica, sonora, lluminosa, etc.).

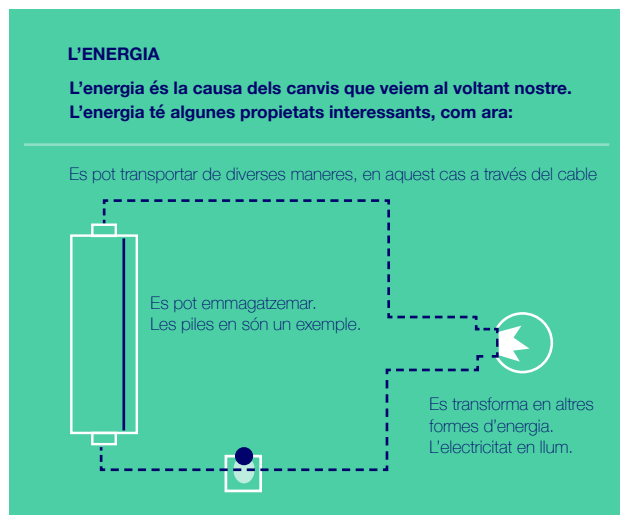


328 recursos identificats són recursos explícitament interdisciplinaris. Els materials analitzats mostren que l'ensenyament de l'energia es presenta de maneres diferents des de la física i des de la biologia, o des de la química i des de la tecnologia. Aquesta circumstància també es reflecteix en el relat que en fan els i les professionals quan diuen que "El tema de l'energia, doncs, és evidentment crucial i crec que ens perdem ocasions de treballar-la conjuntament des de les diferents disciplines de la ciència". Tot això provoca que l'alumnat no adquireixi una visió transversal de l'energia, visió que és fonamental tant conceptualment com epistemològicament.

Per una banda, una visió interdisciplinària de l'energia permet que l'alumnat pugui comprendre el concepte en la seva plenitud i aplicar-lo en situacions diferents, problemàtiques i complexes, que és el que esperem que l'alumnat sàpiga (i sàpiga fer) sobre l'energia. Per altra banda, una transversalitat més gran també ajuda a entendre que l'energia és una **manera de mesurar els canvis i de fer-los equivalents**, per molt diferents que siguin i pertanyin a la disciplina que pertanyin: física, química, biologia, tecnologia...

Per tant, calen eines que ajudin el professorat de les diferents àrees (i també els educadors i educadores que treballen en l'àmbit no formal) a promoure un ensenyament interdisciplinari de l'energia (amb exemples de diferents àrees, amb propostes de "traducció" del que s'està dient en cada cas, etc.).

Figura 22. Exemple de material educatiu sobre energia que fa servir la idea de formes d'energia, la qual cosa en dificulta la comprensió conceptual.





Necessitat de continuïtat en l'ensenyament de l'energia entre els diferents nivells educatius

En el model escolar sobre energia, s'observa que l'ensenyament no tan sols està parcel·lat entre disciplines, sinó que també està parcel·lat segons el nivell educatiu. En què consisteix aquesta falta de continuïtat entre els diversos nivells educatius? L'anàlisi dels recursos realitzada ens permet concloure que hi ha una **falta de coherència interna entre el que s'ensenyava al llarg dels cursos de primària i secundària**, o, si més no, una difuminació sobre el que cal ensenyar en cada etapa educativa. Això ho trobem especialment a partir de 2n d'ESO amb l'aparició de les equacions, que trenquen la lògica prèvia, més conceptual i qualitativa. Sobre aquest trencament de la lògica més conceptual amb l'aparició de les fórmules, el grup de professionals ens diu que: "Els estudiants poden memoritzar la fórmula, però no són capaços després de discutir sobre la conducció eficient dels vehicles a partir de la idea de transferir energia al cotxe".

A més, **no sembla que hi hagi una idea clara sobre com avançar en l'ensenyament de l'energia** al llarg de l'escolaritat, cosa que dificulta el procés d'ensenyament i aprenentatge, sobretot en les edats primerenques. Sembla que en aquestes etapes l'energia només es pugui treballar des de l'àmbit de les energies renovables, però no des del model científic escolar d'energia. Aquesta preocupació també ens arriba en veu del grup de professionals, que comenten que: "Jo puc mirar el creixement de les plantes des de la perspectiva de l'energia, i mai no ho faig. Des de primària mai no faig aquesta visió... Però mai no la faig quan faig baixar una pilota per una rampa. Estic fent una visió des del fregament, des del cos... Aquesta mirada des de l'energia no la faig. Per tant, on la faig sempre? Quan tractem les energies renovables, que dius: 'ostres, aquí ja

tenim un problema! Vols dir que això és parlar d'energia?'. Això és parlar d'energia des d'una mirada".

Entenem, per tant, que **un model en progressió clar i coherent sobre l'ensenyament de l'energia** podria afavorir a una millora substancial en el procés d'ensenyament i aprenentatge, ja que permetria que el professorat tingués a l'abast d'una manera estructurada què és el que ha d'ensenyar i el que ja s'ha ensenyat en etapes anteriors. A més, asseguraria que els conceptes que es treballassin en cada nivell s'adeqüessin a aquest nivell. És a dir, que els reptes d'aprenentatge que es plantejessin a l'alumnat no fossin ni tan complicats que ho trobin extremadament llunyà, ni tan senzills que ho puguin fer sense cap mena de dificultat.

Tot això és especialment important en l'educació infantil i en l'educació primària. Com que es parteix que l'ensenyament de l'energia és problemàtic, es creu que no s'ha d'ensenyar quan són petits, a la vegada que no se sap ben bé com enfocar-lo. Els i les professionals indiquen que: "Entre els professorat del grau de primària, el tema de l'energia no sabem ben bé com l'hem d'enfocar, és el que més ens costa". En conseqüència, el que acaba succeint és que, com que no s'ha treballat en les edats primerenques, quan l'alumnat es fa més gran el procés d'ensenyament i aprenentatge és més difícil, la qual cosa reafirma la hipòtesi inicial que l'ensenyament sobre energia és problemàtic. En canvi, si **s'afronta l'ensenyament de l'energia en les edats primerenques, això afavorirà que, més endavant, la comprensió d'aquest concepte resulti més senzilla**, ja que s'haurà treballat prèviament a partir d'idees clau que ajudaran a la construcció del nou coneixement en nivells superiors.

Així doncs, calen eines que ajudin el professorat a conèixer quines són les idees clau que s'han de treballar en cada nivell per poder afavorir un bon procés d'ensenyament i aprenentatge sobre energia adequat al nivell.

3.2. Necessitats d'eines per a l'aprofitament dels recursos existents

Com ja s'ha mencionat prèviament, no és un problema la quantitat de recursos disponibles, ja que n'hi ha molts i molt diversos. En canvi, sí que ho és el poc aprofitament que es pot extreure dels recursos que ja existeixen. És a dir, necessitats que tenen a veure amb l'accés a la informació existent i a les vies per compartir-la i aprofitar-la.



Necessitat de més visibilitat i d'una organització millor de l'oferta

A partir de l'anàlisi dels recursos s'ha identificat que hi ha

una oferta de recursos en relació amb l'ensenyament sobre l'energia a Catalunya gran i molt variada, tal com ho indica l'elevat nombre de descriptors (fins a 19 de diferents) que s'han hagut de seleccionar per explicar els diferents tipus de recursos identificats. El principal problema que s'observa és que **la major part dels recursos estan sent desaprofitats perquè estan molt dispersos** i, per tant, poc centralitzats. Aquesta poca centralització dels recursos també és detectada pel grup de professionals, que proposa, entre altres coses, "fer una espècie de pla integral sobre el coneixement i la consciència energètica que aglutini centres de divulgació en ciència, museus i instituts i que ofereixi materials pedagògics amb experiències manipulatives a les escoles".

Hi apareixen moltes iniciatives fora de l'escola (214), però el fet que no estiguin centralitzades en un espai fa difícil que un professor o una professora pugui trobar-les i comparar-les per tal de decidir quines li poden interessar, en especial, totes les que tenen a veure amb les centrals de producció elèctrica del nostre territori. Si aquests recursos estiguessin centralitzats en un espai per tal de poder-los comparar, potencialment podrien tenir un aprofitament molt superior al que tenen.



Necessitat de més sinergies entre iniciatives educatives

Més enllà de la necessitat de donar més visibilitat i una organització millor als recursos existents, tant el professorat participant en el grup focal com l'anàlisi dels recursos apunten també a una necessitat d'un aprofitament més gran de les sinèrgies entre iniciatives educatives. Com s'ha dit anteriorment, hi ha moltes iniciatives fora de l'escola, però també hi ha poca connexió entre **aquests recursos fora de l'escola i els que estan pensats perquè s'implementin dins de l'escola**. Molt poques iniciatives (3 dels 328 recursos) vinculen el que passa a l'escola amb el que passa fora de l'escola. És a dir, hi ha una barrera gran que separa l'ensenyament fora de l'escola de l'ensenyament dintre de l'escola. Tal com destaca el grup de professionals: "Hi ha d'haver més connexió entre ensenyament formal i no formal, això és clau. Perquè segurament la gent que està en un lloc no formal està més preparada o més formada en el tema de l'energia que la que estem com a professora de secundària i, per tant, crec que ens poden ajudar molt". A més, un altre aspecte que destaquen les persones docents és que **no hi ha una dinàmica per aprofitar o reutilitzar els bons recursos educatius existents** relacionats amb l'energia, de manera que no se'n treu el profit que se'n podria treure.

En definitiva, cal una col·laboració i sinergia millors entre els recursos o les entitats encarregades de l'ensenyament formal i de l'ensenyament no formal, i entre els mateixos recursos de l'ensenyament formal. Això ajudaria a millorar l'aprofitament que es fa actualment dels recursos.



Necessitat de més vinculació entre escola i món professional (problemes, dades, situacions més reals)

Lligat a aquesta última necessitat, les sinèrgies i vinculacions no haurien de limitar-se als agents educatius, siguin formals o no formals. De l'anàlisi dels recursos disponibles també s'extreu que **hi ha poca vinculació entre l'escola i el món professional en temes energètics**, entenent el món professional com el conjunt de coneixement i de persones vinculats al treball en la planificació energètica, al

disseny tecnològic relacionat amb l'energia, al manteniment d'instal·lacions, a la recerca científicotècnica en energia, etc. S'intenta fomentar que l'alumnat aprengui sobre energia i mostri interès envers aquest àmbit en el seu futur personal i professional, i, no obstant això, l'ensenyament sobre energia no reflecteix la pràctica professional autèntica. En aquest sentit, les persones docents apunten que no hi ha prou amb ensenyar com són les centrals –cosa que cal fer també–, sinó que s'ha de fomentar la relació amb els i les professionals que hi treballen (qui són i què fan), valorar quin paper tenen en la societat, discutir quins interessos hi ha al darrere, etc. Malgrat això, els recursos recollits i analitzats es limiten tan sols a ensenyar com són les centrals i no reflecteixen aquesta segona part més informativa respecte a les professions i sociocrítica respecte a l'activitat professional i econòmica. Aquesta preocupació també la posen sobre la taula els i les professionals que, a tall d'exemple, reclamen: "activitats didàctiques interdisciplinàries relacionades amb les dades proporcionades en línia per la Red Eléctrica Española. Això ens permet veure en directe quin consum hi ha, quina demanda hi ha i d'on ve, si d'una nuclear, si d'eòlica..."

Aquest lligam entre l'escola i el món professional és molt important perquè cal transmetre a l'alumnat que **la major part de les decisions que es prenen entorn de l'energia són controvertides**. Si ens quedem només en l'estudi de com són les centrals nuclears, com són les centrals eòliques, etc., aquest estudi resulta en un coneixement parcialment buit de significat. La vinculació amb el món professional ajudarà a donar significat al coneixement, permetrà veure que l'energia és un tema que ens envolta constantment i que les decisions que es prenen sobre l'energia són sovint controvertides, i donarà a conèixer com són algunes de les professions científicotècniques, cosa que els estudiants normalment desconeixen.

Per tot això, entenem que una de les necessitats identificades són les iniciatives que vinculin l'activitat a l'escola amb el món professional, a través de problemes autèntics, de dades reals, d'interacció amb professionals de l'energia, de pràctiques en empreses relacionades amb àmbits energètics, etc.

3.3. Necessitats de nous recursos educatius d'alt valor didàctic

Malgrat que, com hem dit abans, s'han identificat un gran nombre de recursos educatius sobre l'energia, aquests no sempre són d'una alta qualitat. La qüestió, per tant, no radica en el fet d'elaborar nous recursos semblants als que ja hi ha, sinó en el de cobrir un **buit de recursos de veritable alt valor afegit des del punt de vista didàctic**. En altres paraules, de recursos n'hi ha molts i molt diversos, però en calen d'altres de nous que aportin un veritable valor afegit a l'ensenyament i l'aprenentatge de l'energia (pel que fa als enfocaments, les activitats, els contextos o la perspectiva) d'acord amb el que diu el professorat expert i la recerca en aquest àmbit.



Enfocament més competencial i apoderador

L'anàlisi dels recursos disponibles mostra la mateixa tendència que **les experiències educatives dels darrers anys que han estat inspirades per un model didàctic d'ensenyament tradicional o transmissiu**, en què la memorització i la repetició dels conceptes han tingut un paper cabdal a l'hora d'avaluar l'aprenentatge de l'alumnat. Per aquest motiu, són molts els recursos que estan enfocats a la informació i la comprensió conceptual (116) i a la divulgació científicotècnica (103). En la mateixa línia, l'anàlisi evidencia una separació entre la informació orientada a incentivar un canvi d'hàbits en l'alumnat (148) i activitats experimentals problematitzades. En concret, s'identifiquen pocs recursos en què de l'experiment es derivi una actuació o conscienciació (15), de manera que aquestes activitats perden la seva eficàcia.

Tot i que, des de la didàctica, se sap que aquesta metodologia no porta a bons resultats quant a l'aprenentatge real de l'alumnat, la manera en què s'ha ensenyat en el nostre territori, i que es reflecteix en l'anàlisi dels recursos disponibles, coincideix amb aquesta metodologia, i això s'ha traduït en una **difficultat per concretar l'enfocament competencial en exemples i casos concrets sobre energia**. L'opinió del grup de professionals reforça aquesta idea quan ens diuen que "La implicació [de l'alumnat] amb una cosa de la qual hi hagi un abans i un després, i que ells formin part d'aquest projecte és diferent que explicar una central nuclear. Té un altre sentit".

Per una banda, el fet que l'estudiant vegi que hi ha un abans i un després de la seva activitat té a veure amb l'enfocament competencial, en el sentit que en aquest procés l'estudiant reflexiona i reconstrueix el seu model entorn de les seves idees prèvies a l'activitat. Per l'altra banda, que

l'estudiant sigui una part activa del projecte afavoreix que senti el repte de resoldre un problema i fer-lo seu, de la mateixa manera que **ha de fer seu el mateix procés d'ensenyament i aprenentatge sobre l'energia**. Mitjançant aquests tipus d'activitats s'aconsegueix que l'alumnat se senti motivat en relació amb el seu aprenentatge, que aquest aprenentatge sigui més significatiu i que, al final, siguin capaços d'aplicar els seus coneixements en entorns diversos, complexos i imprevisibles.

Com a conclusió, calen recursos que fomentin aquest enfocament de caràcter competencial a través d'activitats apoderadores, que fomentin un aprenentatge que vagi més enllà de la memorització i la descripció, i que desenvolupi la capacitat d'actuar en qüestions socialment rellevants, tal com marca l'actual enfocament curricular català.



Activitats més indagatives i basades en dades

L'anàlisi dels recursos disponibles ens diu que els temes d'energia sovint es tracten de manera teòrica o des d'un vessant molt centrat en la conscienciació i els consells, però s'oblida la **necessitat de fer treballs manipulatius i experimentals**. S'evidencia, per tant, una manca de recursos que posin l'enfocament en l'experimentació i el treball pràctic (58) i/o en el disseny tecnològic (24) en relació amb enfocaments més dirigits a la conscienciació i els consells (148), la informació i la comprensió conceptual (116) o la divulgació científicotècnica (103). Tot i que la recerca en didàctica assenyalava la importància del treball pràctic per ajudar al procés d'aprenentatge, la major part dels recursos educatius sobre energia no parteixen d'aquest enfocament. Tal com diu el grup de professionals, "la manera com queden més els coneixements sobre ciències i, en aquest cas, sobre energies és mitjançant la part manipulativa, perquè l'alumnat copsi més bé què és l'energia i com treballar sobre aquest tema".

Per la seva banda, aquestes activitats experimentals identificades en l'anàlisi dels recursos són, en la major part dels casos, **tasques repetitives, molt guiades i força artificials**. És a dir, activitats que consisteixen a seguir un procediment com si es tractés d'una recepta de cuina per aconseguir arribar a una conclusió final que prèviament ja se sabia i que, en general, és poc significativa, perquè té poc a veure amb la realitat.

La realització d'activitats experimentals d'una manera més indagativa permet dotar de sentit la pràctica de l'alumnat

i els ajuda a **plantejar-se les seves pròpies preguntes i, a partir de la interpretació de les dades obtingudes, del seu coneixement previ i de l'ajuda de la persona docent, a construir un model que les pugui explicar.** A partir de l'activitat experimental i de les dades obtingudes de les mesures, l'alumnat ha d'inferir unes conclusions que li serviran per aprendre. D'aquesta manera, el procés d'ensenyament i aprenentatge sobre l'energia és molt més enriquidor i més profund i ajuda a comprendre millor els conceptes.

Per tant, calen recursos que incorporin activitats indagatives i basades en dades, en què a l'estudiant que dugui a terme aquestes activitats no només se li presentin conceptes abstractes, sinó dades per analitzar i inferir les seves pròpies conclusions, que han d'estar vinculades a canvis en la seva manera d'actuar en el món.



Contextos més autèntics i problematitzants

En analitzar molts dels recursos disponibles es pot veure que l'ensenyament sobre l'energia sovint apareix descontextualitzat, és a dir, com un conjunt d'explicacions que parlen de l'energia, però sense cap vinculació amb situacions concretes, cosa que també apareix en la discussió amb docents. A més, en molts dels casos en que sí que apareix un context a partir del qual ensenyar energia, aquests són sovint contextos acrítics o asèptics, és a dir, no plantegen cap tipus de dilema moral o de conflicte social. Així doncs, **hi ha una diferència abismal entre les situacions controvertides en les quals l'energia apareix en la societat (conflictes, interessos, pobresa, etc.) i els contextos que es plantegen en l'aula** a través dels recursos trobats. L'anàlisi dels recursos disponibles ens diu que tan sols 27 dels 328 recursos identificats estan plantejats entorn d'un context controvertit. Tots els altres o no estan contextualitzats o el context no planteja una controvèrsia en relació amb l'ensenyament de l'energia. Aquests resultats concorden amb el que els i les professionals mateixos manifesten obertament respecte a la manera d'ensenyar sobre energia quan diuen, referint-se a l'energia, que en "el tractament que fèiem general des del professorat i des dels llibres de text s'explicava d'una manera molt asèptica".

A més, la major part dels recursos **presenten contextos aïllats**, entesos com a contextos que només serveixen per estudiar un únic fenomen, com, per exemple, el pas d'energia potencial a cinètica. En canvi, per estudiar la transferència de calor és necessari un altre context. Es dona la imatge, per tant, que en el mateix context no es poden produir alhora fenòmens com la transferència de calor i el pas d'energia potencial a cinètica. És a dir, que cada fenò-

men requereix un context específic que només serveix per estudiar aquell fenomen concret, quan en realitat poden donar-se tots dos alhora, com, de fet, passa, per exemple, en la major part dels casos en la vida real.

Un ensenyament més situat en contextos controvertits i problematitzants permetria a l'estudiant donar més sentit a allò que està estudiant, l'obligaria a mobilitzar els conceptes apresos i a aplicar-los per prendre les seves pròpies decisions argumentades com a futur ciutadà o ciutadana. En aquest mateix sentit es postula el grup de professionals quan diu que "Hem de fer un esforç per tal que hi hagi noves unitats, noves propostes amb un enfocament diferent. Un tema de l'energia molt més obert, molt més problematitzador que no pas els models que ara tenim". I apunten que: "sembla que la utilitat d'aquest ensenyament-aprenentatge no té gaire sentit, perquè l'alumnat respon exactament el mateix a l'inici del cicle d'aprenentatge que al final, perquè ells tenen les coses clares pel que ja hagin pogut sentir en el seu entorn i, en general, no provoques un canvi real de comportament". Aquest enfocament més contextualitzat permetria, a més, ajudar a construir la **idea de cultura energètica** com a objectiu d'aprenentatge al llarg de l'escolaritat, tal com proposen algunes de les persones assistents al grup focal. Idea que, alhora, va molt lligada amb la de la interdisciplinarietat de l'energia. Es busca, a més, un enfocament de l'ensenyament de l'energia que fomenti l'**alfabetització científica** a través de la incorporació de paraules com autoconsum o sobirania energètica a l'educació.

Per tant, calen recursos que se situïn en contextos controvertits, ja que la major part de les decisions que es prenen entorn de l'energia són controvertides. Si es té com a objectiu formar ciutadans i ciutadanes crítics i capaços d'actuar davant de situacions complexes, l'ensenyament sobre l'energia no pot quedar tancat només en uns continguts curriculars.



Perspectiva d'equitat

En l'ensenyament de les ciències i de les tecnologies sovint es projecta una imatge esbiaixada, centrada en una mirada científica i tecnocràtica que no només s'allunya de la realitat, sinó que no és atractiva per a una part important d'infants i joves. Segons les persones docents participants en el grup focal, molts dels materials i les activitats dissenyats que es poden identificar en el recull de recursos analitzats estan pensats **per a gent que prèviament ja mostra interès en aquestes disciplines, però no per generar nou interès.** En conseqüència, això no ajuda a la transformació de certes actituds, ni a trencar amb certs estereotips sobre la ciència i la tecnologia, ni a l'alfabetit-

zació científica i tecnològica dels col·lectius menys propicis a tenir interès per aquestes disciplines (les noies que veuen la ciència com “una cosa per a nois”, els estudiants menys brillants que ho veuen com “una cosa per a llestos”, els estudiants de famílies econòmicament més desafavorides que ho veuen com “això no és per a mi”, etc.).

Trencar aquests estereotips passa, entre altres coses, per donar una visió historicocultural de l'energia que trenqui amb la idea de ciència més alienant (cientista i tecnocràtica), tant des del punt de vista didàctic (fer plantejaments que d'entrada siguin assequibles per a tots els infants i joves, que ajudi a superar les idees prèvies, etc.) com amb la imatge de ciència i tecnologia que es comunica. Això passa, entre altres coses, per incorporar qüestions socials, econòmiques i ambientals al plantejament de les activitats, com ja s'ha comentat en el punt anterior. Alhora, també

implica trencar barreres i **incorporar la perspectiva de gènere i fer visible el paper de la dona** en tot el que es refereix als àmbits relacionat amb l'energia, fomentar l'interès de les dones envers la ciència i la tecnologia i aconseguir més dones professionals en l'àmbit energètic. Com bé apuntava el grup de professionals, “Les empreses que es dediquen a temes energètics tenen una bretxa de gènere bastant important. Només un 20% de les persones que ocupen cúpules directives són dones. [...] Treballar temes d'energia també ens farà mirar que la societat ha d'anar cap a l'equitat i la igualtat”.

En resum, en els recursos cal incorporar la perspectiva d'equitat en l'ensenyament de l'energia per tal d'aconseguir que més perfils socials allunyats dels estereotips d'home blanc de ment brillant s'interessin en professions d'aquest àmbit, i fomentar, així, una veritable alfabetització científica

3.4. Necessitats de nous recursos educatius d'alt valor tecnològic

Si, per una banda, s'ha identificat la necessitat de nous recursos educatius d'alt valor didàctic, per l'altra, ambdós anàlisis ens han permès identificar l'existència d'un segon buit, **un buit de recursos d'alt valor afegit tecnològic**. És a dir, recursos que aportin un veritable valor afegit a l'ensenyament i l'aprenentatge de l'energia a escala tecnològica, ja sigui incorporant-hi materials de difícil accés per a les escoles, instruments adaptats per prendre mesures i obtenir dades sobre l'energia, etc.



Materials i dispositius energèticament rellevants però de difícil accés

Com anem repetint al llarg del document, la quantitat i la diversitat de recursos és molt gran. Malgrat això, hi ha **determinats recursos que a causa del seu cost, manteniment, difícil transport o de les seves dimensions no són accessibles per a la major part de les escoles i els instituts**, tot i la seva rellevància pel que fa a l'ensenyament de l'energia. En el discurs, el grup de professionals fa seva aquesta necessitat i quan se'ls pregunta sobre com hauria de ser el recurs ideal (o el conjunt de recursos) per educar sobre energia, diuen que una de les coses que hauria de tenir és la “cessió de recursos en préstec de material especialitzat i educatiu per a professionals de l'educació, com, per exemple, plaques fotovoltaïques educatives”.



Instruments de mesura sobre energia adaptats a la ciència escolar

Anteriorment, en l'apartat 3.3, “Necessitats de nous recursos educatius d'alt valor didàctic”, es menciona la necessitat d'activitats indagatives i basades en dades, adduint la importància del treball pràctic en el procés d'ensenyament i aprenentatge i l'escassetat de recursos amb un enfocament cap al treball experimental. Per tal d'elaborar aquest tipus d'activitats indagatives i basades en la recollida de dades, **calen instruments de mesura per al recull de dades**. No obstant això, l'anàlisi dels recursos mostra que hi ha pocs recursos en format kit de materials (28), que alhora serveixin per fer mesures a l'aula sobre energia, cosa que dificulta el foment d'aquest enfocament pràctic. En aquest mateix sentit, s'expressa el grup de professionals quan en el seu recurs ideal diu que una proposta seria “un kit per tal de treballar experimentalment l'estalvi i l'eficiència energètica” o fan menció de “la necessitat d'instruments de mesura com càmeres termogràfiques”.

Exemple d'activitat considerada d'alt valor didàctic

Per tal d'exemplificar què entenem per una activitat d'alt valor didàctic, discutim breument l'exemple d'una activitat anomenada “¿Cómo gestionar una granja?”, extreta d'una Unitat Didàctica més extensa publicada per Blanca Puig, Blanca Bravo i María Pilar Jiménez Aleixandre, de la Universitat de Santiago de Compostela.

Per què diem que té un enfocament competencial i apoderador? Des del primer moment a l'estudiant se li demana que decideixi què ha de fer amb un terreny heretat; i, a més, se li demana que argumenti i justifiqui la decisió que pren. Per tant, no es tracta només que entengui el rendiment energètic en les xarxes tròfiques, sinó que sàpiga aplicar-lo a una situació real. A més, la decisió que prengui pot no ser tancada, ja que l'estudiant pot justificar que la seva decisió és una combinació de les diferents opcions que se li plantegen al principi.

Per què diem que presenta activitats indagatives i basades en dades? Per procedir en l'activitat, l'estudiant disposa de dos conjunts de dades (un en forma de gràfic i l'altra en forma de taula) i, per tant, ha d'utilitzar aquestes dades per respondre a una pregunta inicial, per a la qual cosa ha de creuar les dades entre quilograms de cada aliment i aportació energètica en calories), inferir un resultat de l'anàlisi d'aquestes dades i elaborar unes conclusions.

Per què diem que utilitza un context autèntic i controvertit? Sabem que la dificultat per accedir a alguns aliments és actualment un repte social en molts països del Tercer Món. En aquest context, el consum de vedella, actualment, no és sostenible des del punt de vista energètic per la seva baixa rendibilitat, ja que, en aquest sentit és molt més rendible cultivar vegetals per alimentar directament les persones que no pas alimentar un animal per després alimentar persones. Alhora, aquest context obliga a tenir en compte altres factors més enllà del rendiment energètic, com ara altres valors personals i motivacions culturals.

Per què diem que promou una perspectiva d'equitat? L'activitat intenta promoure la idea d'una ciència humana presentant una decisió que pot afectar qualsevol persona i allunyant-se de la ciència o la tecnologia com una cosa elitista. A més, és una activitat amb poca barrera d'accés, ja que fins i tot l'estudiant amb dificultats per entendre els gràfics, amb dificultats de comprensió lectora o amb un coneixement previ molt baix sobre les transferències d'energia en les xarxes tròfiques pot sentir-se participat de l'activitat, i no li genera un rebuig d'entrada.

11.2 COM GESTIONAR UNA GRANJA?

Cada grup representa una família. Heu rebut una herència d'un tiet avi, que consisteix en una hectàrea de terreny cultivable prop del seu poble. La vostra tasca és decidir com gestionareu aquest terreny, en particular, què hi heu de fer per aconseguir-ne el màxim rendiment possible.

Teniu diverses opcions:

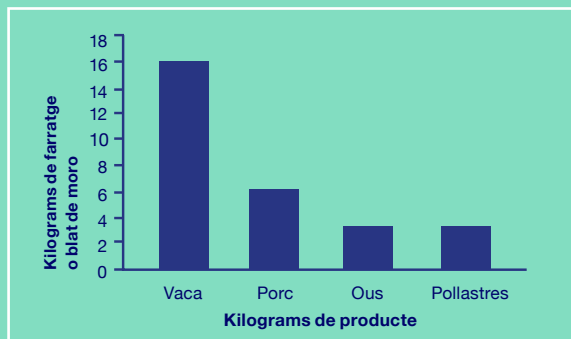
- a) Fer-lo servir per conrear blat de moro (o altres plantes).

- b) Fer-lo servir per conrear blat de moro per criar vaques.
c) Fer-lo servir per conrear blat de moro per criar pollastres.
d) Fer-lo servir per conrear blat de moro per criar porcs.
e) Una combinació de dues de les opcions anteriors o més.

Necessitareu fer servir les informacions que es presenten tot seguit per tal de poder planificar el que fareu. Un cop hagueu pres una decisió, haureu d'explicar-la i justificar-la en detall als altres grups.

INFORMACIÓ

1) Gràfic que representa el nombre de kg de farratge i/o blat de moro necessaris per aconseguir un kg de cadascun dels productes animals.



2) La taula del ecosistema del prat utilitzada en la sessió anterior.

	Nombre d'individus	Producció (kcal/km² x any)	Biomassa (kg/km²)
Sers humans	10	8×10^4	480
Vaques	45	$1,19 \times 10^7$	10 350
Herba (alfals)	2×10^2	$1,4 \times 10^2$	82 110

4. Conclusions

L'anàlisi de l'estat actual, les necessitats detectades i els reptes de futur pel que fa a l'ensenyament de l'energia a Catalunya que realitzem en aquest informe ens permet arribar a tres conclusions que senyalen tres línies d'acció educativa importants per promoure un aprenentatge més profund, més competencial i més útil de l'energia.

En primer lloc, podem concloure que l'energia, per la seva naturalesa i transversalitat, és una de les temàtiques curriculars l'ensenyament i l'aprenentatge de la qual presenta més dificultats intrínseques, ja que s'ensenyava a tots els nivells, de moltes maneres, en moltes assignatures i des de lògiques disciplinàries molt diferents. A més, en alguns casos, la presentació dels continguts pot induir a ensenyaments superficials i fins i tot erronis. Aquesta problemàtica fa que el professorat expressi el seu neguit sobre què és exactament el que en cada moment ha d'ensenyar sobre energia, així com dubtes sobre la vehiculació d'aquest ensenyament al llarg dels diferents nivells educatius i a través de les diferents àrees disciplinàries en què apareix. Hem pogut identificar una clara necessitat vinculada a la competència docent en l'ensenyament de l'energia, que requeriria un suport específic a professorat i educadors i educadores per facilitar la seva tasca docent en la temàtica de l'energia per tal que puguin aprofitar de manera autònoma els materials existents, adaptar-los i implementar-los en funció de les seves necessitats específiques. Una possible línia d'actuació per abordar aquesta necessitat seria una més gran clarificació conceptual i didàctica de l'ensenyament de l'energia, que ajudi a mestres, professorat, educadors i educadores, i comunicadors i comunicadores a saber com enfocar didàcticament l'ensenyament sobre energia en cada situació (nivell i àrea), i també com integrar diferents nivells i/o àrees.

En segon lloc, amb més de tres-cents recursos disponibles per a mestres i educadors i educadores, la major part dels quals gratuïts, la problemàtica entorn de l'ensenyament de l'energia no és una qüestió de quantitat de recursos, sinó de com es presenten aquests recursos i com són aprofitats pel professorat i la resta de professionals implicats. Educadors i educadores i professorat sovint desconeixen l'existència de moltes de les activitats que s'ofereixen fora de l'escola i, per tant, difícilment en poden fer ús. Alhora, falten canals per compartir bones pràctiques entre el professorat mateix, així com canals de comunicació entre el professorat i el món professional relacionat amb l'energia que treballa entorn de problemes tècnics i socials reals, que sovint no s'aprofiten a l'escola. La conclusió que n'extraïem, per tant, és que cal més visibilitat i un aprofitament

més gran de les ofertes educatives existents, així com crear sinergies entre agents implicats (escoles que ja fan iniciatives, empreses, institucions, mitjans de comunicació, professionals, etc.) per tal de treure el màxim profit de tots els recursos que s'ofereixen i de totes les iniciatives educatives o divulgatives que ja es fan. Una possible línia d'actuació per abordar aquesta qüestió passaria per incrementar la visualització i facilitar l'accés als recursos existents d'una manera organitzada, així com un augment de l'intercanvi de pràctiques entre professionals. Una altra línia de treball passaria per incrementar la sinèrgia entre l'escola i el món professional en temes energètics, que fomenti la creació d'una comunitat activa i implicada en temes educatius sobre energia.

Finalment, malgrat la gran varietat de recursos disponibles per a mestres, professorat i educadors i educadores, tant l'anàlisi d'aquests recursos com les demandes dels i de les professionals sí que permeten identificar una mancança de recursos educatius que aportin un veritable valor afegit respecte a l'oferta existent avui en dia. Aquest valor afegit educatiu l'entenem en dos sentits: didàctic i tecnològic. Quant a la necessitat de noves activitats d'alt valor des del punt de vista didàctic, volem remarcar la necessitat d'activitats que superin l'ensenyament tradicional, memorístic i acrític de l'energia i que fomentin un veritable aprenentatge competencial, apoderador, problematitzant i indagatiu d'aquest contingut. Afrontar aquest repte passa per entendre el disseny de materials didàctics com un procés de cocreació entre professorat en actiu i persones expertes en didàctiques STEM (ciències, tecnologia, enginyeries i matemàtiques), basant el disseny d'aquests materials en evidències d'aprenentatge provinent de la recerca feta amb l'alumnat mateix. Alhora, entenem que per aconseguir que els i les nostres estudiants puguin experimentar veritablement amb fenòmens energètics rellevants (la transferència d'energia, l'aprofitament dels recursos naturals i les limitacions que comporten, la degradació de l'energia i, per tant, la necessitat de millorar l'eficiència energètica, etc.) seria òptim que des del món educatiu es disposés de muntatges, materials, dispositius i sensors que actualment són de difícil accés, i per això torna a ser necessària la sinèrgia entre l'escola primària i secundària i el món professional STEM que pot col·laborar oferint aquests recursos educatius.

Agraïments

L'Institut Català d'Energia i el CRECIM volen agrair especialment la col·laboració a totes les persones docents que van participar en el grup focal per donar el seu punt de vista i explicar les seves experiències sobre l'ensenyament d'energia en els seus diferents contextos:

Begoña Oliveras i Rafael Barrachina (IOC), Jordi Regalès, Julio Pérez, Rosanna Fernández, Silvia Lope i Núria López (CESIRE), Marta Lacruz (LaVola), Mònica Guixé (Museu del Gas), Oriol Gimenez (EcoServeis), Pol Bartrà (LAC Mataró).





Generalitat de Catalunya
Institut Català d'Energia