Universitat Autònoma de Barcelona

Dipòsit digital de documents de la UAB

This is the **published version** of the bachelor thesis:

Ferrer Sánchez, David; Couso, Digna, dir. Els recursos educatius sobre l'energia a Catalunya : anàlisi del grau de confidencialitat en l'enfocament CTS (Ciència, Tecnologia i Societat) i del grau de sofisticació de les idees del model d'energia que presenten. UAB: 2016. 70 pag. Tesina del Màster de Recerca en Educació. Especialitat: Educació Científica, 2016

This version is available at https://ddd.uab.cat/record/165842

under the terms of the BY-NC-ND license

Universitat Autònoma de Barcelona

MÀSTER UNIVERSITARI DE RECERCA EN EDUCACIÓ

ESPECIALITAT: EDUCACIÓ CIENTÍFICA

Títol del TFM: Els recursos educatius sobre l'energia a Catalunya. Anàlisi del grau de competencialitat en l'enfocament CTS (Ciència, Tecnologia i Societat) i del grau de sofisticació de les idees del model d'energia que presenten

Nom de l'estudiant: Sr. David Ferrer Sánchez
Nom Directora: Dra. Digna Couso Lagarón

BELLATERRA, setembre de l'any 2016

Com citar: Ferrer, D. (2016). *Els recursos educatius sobre l'energia a Catalunya. Anàlisi del grau de competencialitat en l'enfocament CTS (Ciència, Tecnologia i Societat) i el grau de sofisticació de les idees del model d'energia que presenten.* (Tesina del Màster de Recerca en Educació Especialitat: Educació Científica). Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra.

BY NC ND

Índex de continguts

0. Antecedents a la recerca 3
1. Introducció 3
2. Marc teòric 4
2.1. Definició de recurs educatiu 5
2.2. Perspectiva CTS 6
2.3. Ensenyament competencial 7
2.4. Idees del model científic escolar d'energia 9
3. Problema de la recerca 16
4. Objectius i pregunta de recerca 16
5. Metodologia 17
5.1. Context i punt de partida de la recerca 17
5.2. Procés metodològic de la recollida de dades 18
5.3. Procés metodològic de l'anàlisi de dades 20
6. Resultats 28
6.1. Resultats del percentatge de recursos que tracten cadascuna de les dimensions 30
6.2. Resultats del grau de competencialitat segons la perspectiva CTS, i el grau de sofisticació de les idees del model científic escolar d'energia present 32
7. Anàlisi i discussió dels resultats 55
8. Resum i conclusions 59
9. Referències 61
10. Annex 1: Explicació resumida de les tasques de la Fase 1 del disseny de "L'Escola de l'Energia" en les quals es basa aquest Treball de Fi de Màster 64
11. Annex 2: Breu descripció dels recursos seleccionats 67

0. Antecedents a la recerca

Aquest Treball de Fi de Màster reflecteix part de la meva tasca desenvolupada entre gener i març de 2016 en el Centre de Recerca per a l'Ensenyament de les Ciències i les Matemàtiques (CRECIM) dintre del marc de la "Fase 1: Creació de base de dades" del projecte de disseny de "L'Escola de l'Energia" de l'Institut Català de l'Energia (ICAEN). Aquest projecte ambiciós impulsat per l'Institut Català de l'Energia pretén crear una "Escola de l'Energia", un servei públic i gratuït, que de manera permanent ofereixi als centres educatius de Catalunya l'oportunitat d'introduir i treballar nous coneixements entre l'alumnat i que, incorporant també la innovació metodològica, vagi creant poc a poc una nova cultura energètica més sostenible.

Amb motiu d'aquesta col·laboració entre el CRECIM i l'ICAEN es van generar una base dades i un conjunt de resultats els quals es van presentar a través d'una memòria escrita i que m'han servit com a punt de partida de la recerca que es proposa en aquest Treball i com a motivació per endinsar-me en una anàlisi i investigació amb més profunditat sobre els recursos educatius sobre l'energia.

1. Introducció

L'energia és quelcom que forma part de la nostra vida quotidiana. L'energia hi és present en totes i cadascuna de les activitats que realitzem al llarg del dia: des d'alimentar-nos fins a encendre l'ordinador, des de córrer fins a agafar el cotxe, etc. Tanmateix, cada dia és més habitual escoltar parlar de "crisi energètica", de "pobresa energètica" o d'"estalvi energètic"; termes que s'han anat incorporant de forma natural en el nostre llenguatge quotidià. És indubtable que l'energia és quelcom important per la societat i, per tant, l'energia també ha de tenir un paper destacat en l'educació.

Per aquest motiu, l'energia constitueix un dels continguts més rellevants en l'ensenyament de les ciències a tots els nivells educatius tal i com es reflecteix en els diferents currículums. Ens proporciona una mirada del nostre entorn i del món en general que ens permet interpretar un gran nombre de fenòmens quotidians i adoptar una actitud crítica sobre temes controvertits i socialment rellevants per, després, prendre decisions i saber actuar de forma raonada sobre aquests mateixos.

Tanmateix, la importància de l'ensenyament sobre l'energia i les problemàtiques que s'associen a la idea d'energia degut al seu alt grau d'abstracció i a la seva complexitat, fan de l'energia una de les temàtiques que més investigacions ha aplegat en els darrers anys en el camp de la didàctica de les ciències. Malgrat tot, els docents segueixen mostrant la seva insatisfacció amb els resultats obtinguts quan es tracta de l'ensenyament sobre l'energia: una majoria de l'alumnat acaba els estudis sense tenir els coneixements adequats sobre l'energia.

Tot i ser el currículum oficial de Catalunya el que marca quins són els continguts a ensenyar, se sap que actualment la principal referència didàctica per una part important

del professorat segueixen sent els llibres de text escolars, els quals sovint marquen la programació, la seqüenciació i la presentació dels continguts a ensenyar, i per tant, també els continguts relacionats amb l'energia. Tot i així, el fet que en els darrers anys l'escola sigui més oberta, s'ensenyi per competències o es promogui el treball per projectes entre altres iniciatives, fa que un gruix important del professorat acudeixi cada vegada més a altres recursos educatius més enllà dels llibres de text (com per exemple, visites a instal·lacions, simulacions en línia, etc.) per tal d'ensenyar els continguts curriculars, en general, i els continguts sobre l'energia, en particular.

En aquests recursos, l'energia es tracta i s'ensenya de maneres molt diverses. I, tot i la importància de l'ensenyament sobre l'energia, la manera en què s'ha d'ensenyar continua sent objecte de debat tant entre els docents com entre els investigadors i investigadores en didàctica de les ciències. Els mateixos assenyalen que l'energia és una de les idees científiques més difícils d'ensenyar ja que s'ensenya en tots els nivells, de moltes maneres, en moltes assignatures i en molts àmbits diferents.

Aquest fet provoca que un mateix recurs pugui abordar l'ensenyament sobre l'energia des de diferents enfocaments (científics, tecnològics i socials) i des de diferents concepcions en relació a l'energia (l'energia es degrada, l'energia es conserva, l'energia es transfereix, l'energia es transforma, etc.). A més, el grau de competencialitat dintre dels diferents enfocaments, així com el grau de sofisticació de les idees clau del model científic escolar sobre l'energia pot variar entre un recurs i un altre. Això provoca que la qualitat dels recursos educatius sobre l'energia sigui molt diversa i que, en alguns casos, aquest fet dificulti la correcta conceptualització del model científic escolar sobre l'energia i/o comporti concepcions contradictòries amb altres enunciats físics.

2. Marc teòric

L'ensenyament de l'energia ha estat i segueix sent en els darrers anys objecte de debat i de multitud de recerques entre investigadors i investigadores en didàctica de les ciències. El motiu està en què l'energia és un concepte físic molt abstracte i complex, que fa que el seu ensenyament i aprenentatge sigui considerat problemàtic per una gran part del professorat. 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: ser, d'una banda, una de les idees més abstractes de la ciència i alhora, ser un dels termes científics més generalitzats i familiars en la vida quotidiana (Millar, 2005). Això mateix afirma Claudi Mans, professor del Departament 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"* (Mans, 2008).

Donada la universalitat de la idea d'energia, aquesta es presenta en molts moments de l'ensenyament a través de recursos educatius molt diferents i amb objectius diversos entre si: simulacions, pàgines web informatives, Unitats Didàctiques, etc. Els recursos educatius que finalment arribaran a les aules seran escollits específicament pel professorat per tal de facilitar el procés d'ensenyament i aprenentatge de l'alumnat i poder treure'n el màxim profit. Però, abans de res, què s'entén com a *recurs educatiu*?

2.1.Definició de recurs educatiu

La definició de *recurs educatiu* varia en funció de l'autor. Per exemple, segons alguns autors els recursos són un suport al desenvolupament dels variats processos d'ensenyament i aprenentatge, com a facilitadors de l'acte d'aprendre. Segons altres autors, com Merchán, són eines de tot tipus que utilitza tant el professorat com l'alumnat en el desenvolupament del procés d'ensenyament i aprenentatge (Merchán, 2001). Per a San Martín, es poden entendre com aquells elements que, en uns casos utilitzant les diferents formes de representació simbòlica i en altres com a referents directes (objectes), incorporats en estratègies d'ensenyament i aprenentatge, coajuden a la reconstrucció del coneixement aportant significacions parcials dels conceptes del currículum (San Martín, 1991). Tot i així, el missatge de fons en tots els casos és el mateix: el recurs educatiu és quelcom que pot ser molt divers en la forma i que s'utilitza com a eina que ajuda al procés d'ensenyament i aprenentatge.

Tal i com senyala Marquès, els recursos utilitzen un sistema simbòlic (textos, sons, imatges), tenen un contingut material (el *software*) que es presenta d'una determinada manera i que se sustenta en un suport o plataforma (el *hardware*) que actua com a mediació per a accedir al contingut en els processos d'ensenyament i aprenentatge (Marquès, 2001). En el cas d'una pàgina web informativa, el sistema simbòlic serien textos (i imatges); el contingut material (el *software*) seria la informació que es vol transmetre, com per exemple, el fet que l'energia es conserva en tots els processos però es degrada; i el suport o plataforma (el *hardware*) seria el portal web on es publica aquesta informació.

Degut a la gran diversitat de suports o plataformes que poden presentar els recursos, en la literatura s'han proposat diversos tipus de classificació de recursos. Des del punt de vista de Ogalde i Bardavid, els recursos es poden classificar segons siguin materials d'imatge fixa, materials gràfics, materials impresos, materials mixtes, materials tridimensionals o materials TIC (Ogalde & Bardavid, 1997). Segons Merchán, hi hauria dos grans grups de recursos educatius: els materials curriculars, que ajuden al desenvolupament del currículum, i els recursos materials, que faciliten les activitats d'ensenyament i aprenentatge (Merchán, 2001). Per a Bravo Ramos, els recursos es poden classificar segons siguin mitjans de suport a l'exposició oral de caràcter fonamentalment visual (pissarra, transparències, cartell, diapositives, vídeos, pissarra digital, etc.), mitjans de substitució o reforç de l'acció del professorat (vídeos educatius o sistemes multimèdia) i mitjans d'informació contínua i a distància (pàgines web, videoconferències, correu electrònic, xat, etc.) (Bravo Ramos, 2004). Per la seva banda,

Reyes Baños els classifica segons dos criteris: el mitjà que s'utilitza (recursos visuals, audibles, audiovisuals i electrònics) i segons l'ús didàctic de la informació que proporciona (recursos per a la transmissió d'informació i recursos per a la interacció) (Reyes Baños, 2007).

En definitiva, de les diverses maneres de classificar els recursos educatius que es reporten en la literatura, se'n pot deduir que no és tant la importància de la classificació en si mateixa sinó que aquesta sigui útil per tal de caracteritzar els recursos educatius segons les necessitats que hom tingui i es proposi en la seva recerca.

2.2.Perspectiva CTS

Retornant a la temàtica de l'energia, si hom fes un repàs d'una hipotètica escolarització d'un/a alumne/a, veuria que la idea d'energia es tracta des de diferents perspectives i amb funcions molt diferents en moments diversos d'aquesta escolarització. Per exemple, a l'escola de Primària sovint es parla de l'energia que aporten els aliments i que ens permeten a les persones desenvolupar les nostres funcions vitals, i que hi ha aliments més o menys energètics en funció de les calories que contenen. Així, els/les mestres d'Educació Física expliquen a l'alumnat que abans de fer esport cal esmorzar bé, ja que sinó no tindran prou energia per córrer. Però a aquest mateix alumnat, a Primària, també se'ls explicarà que cal apagar la llum de la classe al sortir perquè cal estalviar energia, i que aquest estalvi també s'ha de fer a casa. Quan aquests/es estudiants facin 12 anys i comencin la ESO no estarà clar perquè 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/la professor/a 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/la professor/a de Química els explicarà que hi ha reaccions exotèrmiques (que desprenen energia) i endotèrmiques (que absorbeixen energia) sense entrar en quin dels dos tipus abans esmentats estem parlant. A més, si utilitzen el llibre de text de Física i Química, aquests/es estudiants podran llegir que hi ha diferents tipus d'energies renovables, i que cada una d'elles té unes avantatges, unes limitacions i uns inconvenients, i potser recordaran un diagrama que l'any anterior havien vist a la classe de Tecnologia on es veia la turbina d'una central que feia moure un generador que produïa electricitat, i que aquesta electricitat ens arribava a casa a través de la xarxa elèctrica.

Aquest repàs per l'escolarització hipotètica d'uns/es estudiants permet concloure que quan es parla d'energia en realitat es parla des de perspectives molt diferents (social, ambiental, química, física, biològica, geològica, tecnològica, etc.), i això obliga a delimitar molt clarament què s'ha d'observar quan s'analitza allò què s'ha d'ensenyar sobre energia. Per fer-ho, en aquest treball s'ha valgut de la perspectiva CTS (Ciència, Tecnologia i Societat), una de les corrents més esteses en el camp de l'ensenyament de les ciències, per tal de situar l'ensenyament sobre l'energia com la combinació de tres

blocs centrals de conceptes escolars diferents: el de la naturalesa de la ciència, el de la ciència aplicada i la tecnologia, i el de la ciència i la societat (Caamaño, 1995).

Tots els tres blocs de conceptes escolars que ens proporciona la perspectiva CTS (Ciència, Tecnologia i Societat) són de gran importància quan ens referim a l'ensenyament de l'energia, degut a la rellevància de l'energia en el nostre dia a dia en els tres àmbits. És tan important que l'alumnat conegui mesures d'estalvi energètic en situacions quotidianes i domèstiques com que entengui els mecanismes per aprofitar cada tipus de font d'energia (eòlica, solar, hidroelèctrica, mareomotriu, etc.). O que sigui conscient dels avantatges i inconvenients de les diverses fonts d'energia així com que reconegui les transferències d'energia en les xarxes tròfiques i l'alimentació.

Aquesta iniciativa d'ensenyament de les ciències apareix a nord Amèrica als inicis de la dècada dels 60 com a resposta a la crisi de la relació entre la societat, per un costat, i la tecnologia i la ciència, per l'altre. Però, tot i que es ve parlant de la perspectiva CTS des de fa molts anys i, en aquest sentit, pugui semblar una perspectiva obsoleta, les qüestions clau que hi ha al darrera d'aquesta perspectiva segueixen sent vigents (Ratcliffe, 2001). Segons Membiela, la perspectiva CTS té com a objectiu principal promoure l'alfabetització científica i tecnològica en el sentit de que es vol capacitar a futurs ciutadans per a prendre decisions informades i actuar de forma responsable i fonamentada científicament (Membiela, 2001). En el fons, aquest objectiu principal de la perspectiva CTS va en la línia del que aposten els currículums actuals: passar d'una proposta més centrada en continguts a una de més centrada en competències que pretengui formar a futurs ciutadans capaços d'actuar eficaçment en situacions diverses, complexes i imprevisibles i que es recolza en coneixements, però també en valors, habilitats, experiència, etc. (Eurydice, 2002).

2.3.Ensenyament competencial

A Catalunya els currículums de primària, secundària i batxillerat han incorporat en els darrers anys aquest enfocament cada cop més competencial. Tanmateix, altres documents com el Document de Competències Bàsiques de l'àmbit cientificotencològic i el Marc Conceptual de la prova d'avaluació de la competència cientificotecnològica han adquirit gran rellevància a l'hora d'establir un marc per l'ensenyament competencial en ciència i tecnologia i promoure l'ensenyament competencial a Catalunya. També han tingut molta importància, segurament per la seva rellevància en els mitjans de comunicació, les proves d'avaluació PISA (Programme for International Student Assessment o Programa Internacional per a l'Avaluació d'Estudiants), que serveixen per desenvolupar un estudi comparatiu entre països sobre l'adquisició d'unes determinades competències per part de l'alumnat de 15 anys, que es publiquen en l'anomenat "Informe PISA" i que 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 a l'escolar. Concretament, en les proves PISA de l'any 2006 que van tenir com a objecte d'avaluació les competències científiques, l'energia va

tenir, com es mostra en la Figura 1, un paper molt important en el llistat de les aplicacions de la ciència que van ser utilitzats com a contextos per als exercicis d'avaluació. Això demostra de la importància del conceptes relacionats amb l'energia en l'ensenyament competencial.

Figura 1.2 ■ Contextos de la evaluación en ciencias PISA 2006

	Personal (yo, familia y compañeros)	Social (la comunidad)	Global (la vida en todo el mundo)
Recursos naturales	Consumo personal de materiales y energía	Manutención de poblaciones humanas, calidad de vida, seguridad, producción y distribución de alimentos, abastecimiento energético	Renovables y no renovables, sistemas naturales, crecimiento demográfico, uso sostenible de las especies
Medio ambiente	Comportamientos respetuosos con el medio ambiente, uso y desecho de materiales	Distribución de la población, eliminación de residuos, impacto medioambiental, climas locales	Biodiversidad, sostenibilidad ecológica, control demográfico, generación y pérdida de suelos

Figura 1: Exemple de contextos de l'avaluació en ciències PISA 2006 que tracten sobre l'energia.

L'enfocament competencial es fonamenta en el fet que cada vegada més la informació és universal i a l'abast de tothom a través d'Internet i, per tant, no té sentit la seva memorització sinó saber què buscar i comprendre allò que busquem. Alhora, basant-nos en una raó democràtica, la nostra societat necessita de ciutadans i ciutadanes que siguin capaces d'analitzar críticament la informació que se'ls proporciona i saber actuar en conseqüència. Per altra banda, basant-nos en una raó socioeconòmica, 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 capacitació de l'alumnat per al seu futur.

Tot i així, la falta de concreció d'allò que es podria anomenar una activitat competencial, ha provocat que tal i com indiquen Garrido i Simarro, s'hagi arribat a "*una situació en què, fugint de l'educació etiquetada com a "tradicional", l'ensenyament de conceptes científics ha quedat en alguns casos erròniament relegat en un segon terme o aïllat de l'educació en competències*" (Garrido & Simarro, 2014). L'activitat competencial no persegueix la transmissió d'un sol coneixement com en l'ensenyament "tradicional", que creu que el coneixement es pot transmetre com si fóssim un llibre en blanc, però això no significa que no busqui l'ensenyament de conceptes. L'activitat competencial planteja situacions en què les idees de l'alumnat evolucionin al llarg del procés d'ensenyament i aprenentatge tot anant identificant les dificultats i errors, mitjançant l'actuació de l'alumnat, tant a nivell manipulatiu com a nivell de pensament (Sanmartí, 2003). És a dir, que tal i com es diu en l'informe PISA de l'any 2015, aquest tipus d'ensenyament "*requereix no només el coneixement dels conceptes i teories de la ciència, sinó també d'un coneixement dels procediments i pràctiques comuns associats amb la investigació científica i com aquestes permeten a la ciència avançar. Per tant, les persones que són alfabetitzades científicament, tenen un*

coneixement dels principals conceptes i idees que formen la base del pensament científic i tecnològic; com ha derivat aquest coneixement; i el grau en què aquest coneixement es pot justificar amb les proves o explicacions teòriques." (OECD, 2013, p. 3-4).

2.4.Idees del model científic escolar d'energia

Independentment del nivell de competencialitat o de la perspectiva com s'abordi l'ensenyament sobre l'energia, Millar també adverteix que les maneres de parlar sobre l'energia són sovint poc precises i no sempre estan d'acord amb el model científic sobre l'energia que es vol construir, tot generant ambigüitats que dificulten la comprensió del terme energia (Millar, 2005). Per aquest motiu, alguns autors com Thomas Kuhn proposen que el més adequat seria que l'alumnat s'adonés que el significat del terme energia que se li atribueix des de les ciències parteix del concepte quotidià que ha anat evolucionat en mans dels científics per tal de resoldre els problemes i les limitacions que s'hi trobaven, fins a acabar resultant en un concepte diferent, en molts casos molt allunyat del concepte inicial (Kuhn, 1983).

Definició d'energia:

Malgrat això, el concepte d'energia no gaudeix d'una única definició consensuada, ni des d'un punt de vista científic ni des d'un punt de vista didàctic. És a dir, ni existeix un consens sobre quin és realment el significat físic de l'energia ni sobre quina és la concepció de l'energia més adequada que cal transmetre en funció de l'etapa educativa (García-Carmona & Criado, 2013). Segons Pintó, en l'àmbit educatiu s'han pogut detectar essencialment tres enfocaments diferents per definir el terme energia: (1) l'energia com la capacitat per a realitzar treball; (2) l'energia com la capacitat per a produir canvis i; (3) l'energia com una propietat associada a cada estat del sistema (Pintó, 2004):

(1) L'energia com la capacitat per a realitzar treball:

Aquest enfocament intenta posar l'èmfasi en la "potencialitat" de l'energia per dur a terme tasques, fet que lliga molt bé amb la idea d'energia que prové del llenguatge quotidià, però que condueix a greus errors conceptuals com el fet que l'energia en un sistema aïllat es perd a mesura que disminueix la seva capacitat per fer treball i que contradiu als conceptes d'energia disponible i d'energia lliure – no sempre tota l'energia d'un sistema pot acabar realitzant un treball –. L'energia disponible que és capaç de fer un treball és l'energia lliure, no l'energia en el sentit ampli del terme.

(2) L'energia com la capacitat per a produir canvis:

En aquest enfocament també s'intenta destacar aquesta "potencialitat" de l'energia, en aquest cas, per produir canvis en els cossos, i que resulta bastant intuïtiva però que entra en contradicció amb el Segon Principi de la

Termodinàmica. El que fa que les coses "passin" no es pot atribuir a la reducció de l'energia, sinó a canvis cap a formes d'energia inferiors – més degradades –, o dit d'una altra manera, a que l'entropia dels sistema augmenta.

(3) L'energia com una propietat associada a cada estat d'un sistema:

Aquest darrer enfocament se centra en assignar una qualitat o atribut quantificable – en definitiva, un valor numèric – a cada estat d'un sistema, de manera que: (1) té un valor o un altre segons l'estat, és a dir, segons varíin les variables independents i; (2) aquest valor es conserva sempre i quan el sistema estigui aïllat.

Richard Feynman es pronunciava sobre l'energia en el llibre "The Feynman Lectures on Physics" de la següent manera:

"Hi ha una quantitat numèrica, que anomenarem energia, que no canvia en els múltiples canvis que la natura pateix. Aquesta és la idea més abstracta, perquè és un principi matemàtic; diu que hi ha una quantitat numèrica, que o canvia quan quelcom passa. No és una descripció d'un mecanisme, o res concret; és només un fet estrany que podem calcular un número i quan acabem de mirar la natura anant a través dels seus enginys i calculem el nombre un altre cop, aquest és el mateix." (Feynman, 1963).

Per tant, definir l'energia a través d'aquest plantejament resulta quelcom poc intuïtiu i molt abstracte per a l'alumnat. A més, requereix d'una consideració important: si l'energia només és una propietat associada a un estat del sistema, es pot transmetre la idea que l'energia que s'atribueix a un sistema és independent a la identificació de les variacions que es produeixen en ell. Però com adverteixen diversos autors, aquesta afirmació és conceptualment errònia ja que no és possible determinar el valor absolut de l'energia d'un sistema, tan sols la pèrdua o el guany d'energia en una variació del seu estat (Beynon, 1990; Chisholm, Kerr, & Jardine, 1992; Prideaux, 1995). Per acabar d'explicar millor aquest concepte ens referirem a Claudi Mans quan exposa que preguntar-nos quanta energia té un sistema és anàleg a preguntar-nos quants diners té una persona: dependrà de fins a quin punt es pretén convertir allò que hom posseeix en diners. Quan ens pregunten quants diners tenim podem només tenir en compte l'efectiu, o afegir el que es té estalviat al compte, o el que val la vivenda, o el que hi ha en un pla de pensions, o fins i tot el que valdria vendre's un òrgan (Mans, 2001). El que ens ve a dir amb aquesta analogia és justament que el valor de l'energia depèn del canvi que vulguem considerar. El valor de l'energia que se li pot atribuir és diferent i dependrà de la variació que es vulgui considerar (un canvi de posició, un canvi de temperatura, un canvi de la composició dels àtoms, etc.), és a dir, del canvi entre un estat inicial i un final.

Així doncs, quina definició d'energia s'ha de transmetre als alumnes? Alguns autors de la literatura, tot i els problemes que es mencionaven, es mostren fervents defensors d'algun dels enfocaments anteriors. Per exemple, John W. Warren defensa que l'energia *"és un avançat, abstracte concepte, la capacitat d'un cos per fer treball"* (Warren, 1983). No té en compte en les seves explicacions, però, que l'energia es degrada i que a mesura que seguim la pista a l'energia, aquesta té cada vegada menys capacitat de fer treball (López & Pintó, 2012). Altres autors, advoquen per explicar aquella concepció que resulti més adequada per a l'edat i característiques de l'alumnat, valorant al mateix temps els riscos que pot tenir en la comprensió més profunda del concepte en etapes posteriors (García-Carmona & Criado, 2013). Tot i així, considerant tots els aspectes didàctics, el darrer enfocament proposat sembla ser el més adient per ser el més afinat des d'un punt de vista científic i el que té més possibilitats a l'hora de construir els models teòrics de la física.

Paral·lelament a aquests plantejaments, cada vegada ha estat major el nombre d'autors que defensen evitar donar una definició concreta d'energia. Per exemple, el premi Nobel de física Richard Feynman s'expressava de la següent manera sobre què és l'energia:

"És important adonar-se que en la física actual no sabem el què és l'energia. No tenim un model d'energia format per petites gotes d'una mida definida. No és així. No obstant això, hi ha fórmules per a calcular certa quantitat numèrica i quan les sumem tots sempre trobem el mateix nombre." (Feynman, 1971).

Aquests autors defensen que si els propis científics són incapaços de donar una definició exacta de què és l'energia degut al seu alt grau d'abstracció i, alhora, ells mateixos sostenen que no és necessària una definició rigorosa de l'energia per poder treballar amb ella, no hi ha necessitat de transmetre una definició formal de l'energia a l'alumnat. Això mateix és el que succeeix en els currículums anglesos.

En definitiva, tot i que no existeix una única i vàlida definició d'energia, tan sols aproximacions més o menys acurades, és important que a l'hora de decidir si es defineix l'energia d'una o altra manera, o simplement no es defineix, aquesta no obstaculitzi ni contradigui a altres enunciats físics i, sobretot, que el professorat sigui conscient i així ho transmeti al seu alumnat de les limitacions de la definició.

Tipus d'energies:

Un altre tema de debat recorrent en l'ensenyament sobre l'energia és la idoneïtat o no de parlar de diferents tipus d'energies. És comú veure en molts llibres i esquemes d'aprenentatge presentar l'energia a través d'etiquetes com per exemple: "energia cinètica", "energia eòlica", "energia lumínica", "energia potencial gravitatòria", "energia solar", "energia sonora", "energia potencial elàstica", "energia mecànica", "energia tèrmica", "energia nuclear", "energia química", etc (Chisholm et al., 1992). Aquesta manera d'ensenyar l'energia en base a diferents "formes" d'energia, resulta problemàtica i dificulta a la conceptualització cap al model científic d'energia.

Una de les crítiques d'ensenyar diverses "formes" d'energia és que l'alumnat tan sols aprèn un llistat d'etiquetes que aporta molt poc a la comprensió dels fenòmens energètics (López & Pintó, 2012; Millar, 2005). Dir que l'energia química de la pila es transforma en energia elèctrica que és transportada pel fil conductor fins una bombeta, on es transforma en energia lluminosa; és el mateix que dir que la pila genera un corrent elèctric que quan passa a través de la bombeta fa que s'il·lumini. En el fons, la primera frase, encara que sembli més elaborada ens ve a dir el mateix que la segona i només fa que aportar idees d'energia que són innecessàries per explicar el què passa.

Altres de les crítiques més comunes que rep aquesta aproximació al voltant de les "formes" d'energia són: que pot portar a anàlisis incorrectes dels processos energètics; que es focalitza en la "forma" d'energia en diferents punts en comptes dels processos pels quals l'energia es transfereix d'un sistema a un altre; que sembla descriure a l'energia com quelcom material que pot canviar la seva forma i mida; o que centra l'ensenyament de l'energia en les diferències que hi ha entre els fenòmens que s'estudien en comptes de les semblances existents entre ells (López & Pintó, 2012; Millar, 2005).

Partint d'aquestes crítiques, Mark Ellse argumenta que el procés de transferència d'energia d'un sistema a un altre és més important que posar etiquetes als tipus d'energia i que, per tant, només s'ha de parlar d'energia (en genèric) que es transfereix d'un lloc a un altre (Ellse, 1988, citat en Millar 2005:8). No obstant això, la majoria d'autors estan d'acord en què parlar de diversos tipus d'energia no és un problema per si mateix, ans el contrari, pot ajudar a un millor ensenyament sobre l'energia (Doménech et al., 2007; González, 2006). El problema rau en la adjectivació massiva del terme "energia", que porta a confondre tipus d'energies amb processos físics o tecnològics als quals hi associem una energia en un moment determinat.

En ciència només es pot parlar de dos tipus d'energia: energia cinètica i energia potencial (Hierrezuelo & Montero, 1991; López & Pintó, 2012; Pintó, 2004). Alguns autors, hi afegeixen un tercer tipus: l'energia interna. Tot i que si hom és estricte, observarà que l'energia interna no deixa de ser res més que la suma de l'energia cinètica interna (l'energia associada a les vibracions de les partícules o a la temperatura del cos) i l'energia potencial interna (l'energia associada a la configuració química o a les interaccions electromagnètiques de les partícules).

Transferència i/o transformació de l'energia:

Aquesta discussió sobre els tipus d'energia ens porta cap a una altra: l'energia es transforma o es transfereix? Si es considera que existeixen tantes "formes" d'energia com processos físics o tecnològics inevitablement s'ha de parlar de que l'energia només es transforma d'una forma a una altra (Doménech et al., 2007; González, 2006; Nordine, Krajcik, & Fortus, 2011 citat en García-Carmona & Criado, 2013). Per exemple, en un motor connectat a una pila es produeix una transformació d'energia química de la pila a energia elèctrica que, més endavant, es transforma a energia cinètica en el motor. Si es considera, en canvi, que no existeixen diferents tipus d'energies, l'energia tan sols es

transfereix d'un lloc a un altre (Boohan, Stylianidou, & Ogborn, 2001; Stylianidou & Ogborn, 1999). En el cas anterior, parlaríem de que la energia de la pila s'ha transferit al motor a través d'un corrent elèctric.

Però, com hem dit en paràgrafs anteriors, la perspectiva més acceptada en ciència és que existeixen tan sols dos tipus d'energies: l'energia cinètica i l'energia potencial. A partir d'aquesta perspectiva, es considera que l'energia es transfereix en la majoria dels processos físics i tecnològics com expressaven Ogborn i els seus companys. Únicament és convenient parlar de transformació en els intercanvis d'energia potencial i energia cinètica d'un mateix sistema, en els quals l'energia cinètica associada al seu estat inicial sigui igual que l'energia potencial associada al seu estat final, o al revés (Pintó, 2004). A mode d'exemple, si hom imagina un projectil que es deixa caure d'una certa alçada fins al terra es pot dir que l'energia potencial del projectil degut a l'alçada respecte al terra s'ha transformat en energia cinètica, perquè es tracta d'un intercanvi d'energia potencial a cinètica en un mateix sistema (el sistema format pel projectil i la Terra). En canvi, si aquest projectil tot just abans d'arribar al terra impacta amb la pala d'un molí i el fa girar, es dirà que l'energia del projectil s'ha transferit al molí.

Una de les problemàtiques que comporta pensar en transferències d'energia és que l'alumnat pugui conceptualitzar l'energia com quelcom quasi material que està dintre dels cossos i que passa d'un lloc a un altre. Cal fer explícit que parlar de que l'energia es transfereix d'un lloc a un altre no deixa de ser una metàfora per dir que l'energia que perd un sistema és igual a la suma de l'energia que guanyen els altres sistemes (és a dir, que l'energia es conserva) però no que l'energia sigui un ens material de per si.

Tot i els inconvenients que comporta, la idea de transferència és essencial en la construcció del model d'energia escolar ja que afavoreix el desenvolupament d'una mirada energètica del món centrada en els canvis que es produeixen entre l'estat inicial i final dels sistemes involucrats i a la conceptualització de la idea de cadena energètica.

Calor i treball:

Parlar de transferència d'energia porta irremeiablement a parlar de les formes que existeixen per tal que es doni aquesta transferència d'energia entre els sistemes. Aquests mecanismes són dos: el treball i la calor. Tot i que hi ha altres enfocaments didàctics que a aquests dos mecanismes de transferència d'energia hi afegeixen un tercer, la radiació, en el fons aquest no deixa de ser una combinació entre calor i treball. Pintó intenta resumir aquesta idea dient que només existeixen dos formes de transferir l'energia, calor i treball, però en canvi existeixen diferents processos per aconseguir-ho, entre els quals es troba la radiació, l'electricitat, etc. (Pintó, 2004).

Un dels errors més habituals és considerar treball i calor com a tipus d'energies, juntament amb l'energia cinètica i l'energia potencial. Treball i calor són dos mecanismes de transferència d'energia, que malgrat s'expressin amb les mateixes unitats que l'energia, es refereixen a com es dóna el mecanisme de transferència d'un cos a un

altre. En el cas de la calor és el procés de transferència entre dos cossos que es troben a diferent temperatura i interaccionen, mentre que el treball és el mecanisme de transferència en què hi intervenen forces i desplaçaments, però en cap cas és una manera de "tenir" energia (López & Pintó, 2012).

Un altre error bastant comú és associar immediatament l'escalfament d'un cos (o millor dit l'augment de la seva temperatura) a una transferència d'energia mitjançant calor. Un cos pot augmentar la seva temperatura si es posa en contacte amb un altre cos que estigui a una major temperatura que ell (transferència mitjançant calor). Però també pot augmentar la seva temperatura mitjançant el fregament de dues superfícies aplicant alguna força (transferència mitjançant treball).

La confusió existent entre calor i temperatura és un fet que reporten varis articles en la literatura (Carlton, 2000 citat en García-Carmona & Criado, 2013; Hierrezuelo & Montero, 1991), així com la confusió entre calor i energia interna (Domènech, Limiñana, & Menargues, 2013). Mentre que l'energia interna d'un cos (o també anomenada en alguns llocs com energia tèrmica) està íntimament relacionada amb la temperatura d'aquest cos, ja que la temperatura es relaciona amb les vibracions microscòpiques de les partícules i aquestes amb l'energia cinètica interna, que és un dels components que forma l'energia interna d'un cos; ni l'energia interna ni la temperatura s'haurien de confondre amb la calor. Les dues primeres, com es deia, defineixen i s'associen a l'estat de la matèria (l'energia que "posseeix" un cos), mentre que la calor és una manera de transferir energia mitjançant les diferències de temperatures entre cossos.

Una altra consideració important quan es parla, en aquest cas, de treball, és que es pot exercir treball sobre un cos encara que no hi hagi un desplaçament macroscòpic. López ho explica a través d'un xoc inelàstic, en què malgrat no es percep cap desplaçament a nivell macroscòpic, si ens miréssim el món microscòpic veuríem que s'ha produït una transferència d'energia mitjançant treball, ja que l'objecte sobre el qual ha impactat un altre cos haurà experimentat deformacions, fissures, etc. (López & Pintó, 2012).

Finalment, també és important adonar-se que en una transferència via treball, aquesta energia pot tornar a ser transferida en la seva totalitat via calor a un altre sistema. En canvi, en una transferència via calor no tota l'energia transferida es podrà transferir mitjançant treball. Això és degut a que en una transferència via treball, el moviment microscòpic de les partícules és coherent, mentre que en una transferència via treball és caòtic. Per tant, si una transferència s'ha produït via calor, les partícules es mouran de forma caòtica. Si, aleshores, hom vol transferir l'energia a un altre sistema via treball, hi haurà una part de l'energia que es voldrà transferir que s'utilitzarà en convertir aquest moviment caòtic de les partícules en un de coherent.

Totes aquestes idees exposades ajuden a una correcta conceptualització del treball i de la calor com a mecanismes diferents per transferir l'energia entre sistemes. Aquesta correcta conceptualització és clau en l'ensenyament sobre l'energia, ja que sinó es pot caure en errors conceptuals greus, difícils de modificar en etapes posteriors, i que

obstaculitzen la comprensió de nous conceptes físics relacionats amb l'energia com el de degradació.

Degradació i conservació de l'energia:

Dos conceptes clau en l'ensenyament de l'energia són el de degradació i el de conservació de l'energia. En el seu intent de definició de l'energia, Feynman comentava que aquesta és una quantitat que no varia malgrat els canvis que pateixi l'univers, és a dir, que es conserva malgrat tot (Feynman, 1963). La conservació de l'energia és un dels principis fonamentals de la física i de la ciència en general, que ajuda a simplificar la resolució de problemes físics que d'una altra forma serien molt difícils i fins i tot impossibles de resoldre. L'enunciat físic ens diu que l'energia sempre es conserva en un sistema aïllat. Mentre que si el sistema és obert (el més habitual en el nostre entorn) transcorren transferències d'energia constants cap a l'entorn, i per saber si l'energia es conserva, s'haurien de tenir en compte totes les "sortides" d'energia i totes les "entrades" d'energia, el que fa impossible calcular-ho i, per tant, que perdi sentit parlar de conservació. Tot i així, si ho poguéssim calcular ens adonaríem que la quantitat roman constant.

Seguint aquesta mateixa línia, és habitual llegir o escoltar l'expressió que "l'energia ni es crea ni es destrueix". També és habitual explicar a l'alumnat que la quantitat d'energia que perd un sistema és igual a la suma de l'energia guanyada pels diversos sistemes. Però si això és així, per què cal estalviar energia? Per què es té la sensació de que l'energia es "gasta"? Pot semblar contradictori que, per un costat, s'insisteixi en classe de ciències en què l'energia es conserva però, en canvi, en altres contextos es posi tant èmfasi en l'estalvi energètic. Una forma de resoldre aquesta aparent contradicció és que, paral·lelament al concepte de conservació de l'energia, també s'introdueixi el concepte de degradació de l'energia (Pintó, Couso, & Gutiérrez, 2005; Tatar & Oktay, 2007 citat en García-Carmona & Criado, 2013).

És cert que la quantitat total d'energia es conserva en tot procés de transferència, però no així la seva "qualitat". A mesura que l'energia es transfereix al llarg d'una cadena energètica, aquesta perd capacitat de fer treball sobre altres sistemes i, conseqüentment, es torna menys "útil" i aprofitable. Aquest fet és el que és percebut de manera quotidiana com que l'energia es "gasta". En realitat l'energia no desapareix, l'energia en tota cadena energètica es conserva, però a la vegada es degrada, és a dir, perd capacitat de fer treball després de cada procés.

En resum, les idees clau que ha d'incorporar el model científic escolar de l'energia es resumeixen en la següent taula:

	Idees clau
1	L'energia és una propietat associada a l'estat d'un sistema.
2	No es pot quantificar el valor absolut de l'energia d'un sistema, només els canvis.

3	Només hi ha dos tipus o "formes" d'energia: l'energia cinètica i l'energia potencial.
4	L'energia es transfereix entre els sistemes i només es transforma en els intercanvis d'energia potencial i cinètica en un mateix sistema.
5	Només hi ha dos mecanismes de transferència d'energia: calor i treball.
6	L'energia es conserva.
7	L'energia es degrada.

3. Problema de la recerca

Malgrat tot el conjunt de reflexions exposades prèviament sobre la perspectiva CTS, l'ensenyament competencial i les idees clau del model científic escolar sobre l'energia, tot sembla indicar que els recursos que tracten l'ensenyament del model escolar científic d'energia en l'àmbit català no sempre aborden aquesta temàtica correctament des d'un punt de vista didàctic, ja que presenten incoherències i/o cauen en errors conceptuals que obstaculitzen la correcta conceptualització de l'energia i la construcció d'un model útil amb el qual poder explicar fenòmens energètics de la vida quotidiana.

Per aquest motiu, cal dur a terme recerques exhaustives, com la que es proposa en aquest Treball de Fi de Màster, al voltant de quin i com és l'enfocament de l'ensenyament i quina és la qualitat conceptual dels recursos educatius que tracten l'ensenyament sobre l'energia a Catalunya (més enllà dels llibres de text) i que permeti assolir una visió general dels recursos que existeixen i ajudi a la elaboració de nous recursos i proposar millores en els recursos existents.

4. Objectius i pregunta de recerca

Davant d'aquesta problemàtica en relació a l'ensenyament sobre l'energia a Catalunya, la recerca que es vol dur a terme en aquest treball es planteja a fi de donar-ne una solució des de la disciplina de la didàctica de les ciències. Per aquest motiu, la pregunta de recerca a la qual es vol donar resposta i que està lligada amb la problemàtica identificada és:

- **Quin és l'enfocament i la concepció de l'energia present en els recursos educatius sobre energia disponibles a Catalunya?**

Aquesta pregunta es concreta en una sèrie d'objectius i de sub-objectius que cal definir clarament, ja que aquests seran les fites que es pretenen assolir al finalitzar la recerca i que han de ser útils per tal de guiar tot el procés. Aquests objectius i sub-objectius de la recerca són:

- Obtenir un instrument que ens permeti analitzar recursos educatius en relació a l'ensenyament sobre l'energia des d'una mirada centrada en la construcció del model científic escolar de l'energia des de la perspectiva CTS i l'ensenyament competencial.

- Analitzar l'enfocament i la concepció de l'energia (versió del model didàctic escolar sobre energia) que s'inclou en els recursos didàctics centrats en la construcció del model científic escolar sobre l'energia disponibles a Catalunya.
    a. Seleccionar recursos que se centrin en la construcció del model científic escolar sobre l'energia (a través de la base de dades realitzada per a l'ICAEN).
    b. Classificar els recursos identificats segons el seu enfocament científic-tecnològic i/o social, i segons les idees del model d'energia escolar que incorporen.
    c. Analitzar el grau de competencialitat científic-tecnològic i/o social, i el grau de sofisticació de les idees del model d'energia escolar present en aquests recursos.

5. Metodologia

En qualsevol recerca en didàctica de les ciències és imprescindible definir adequada i rigorosament la metodologia que s'ha seleccionat per dur-la a terme i evitar d'aquesta manera discussions sobre la validesa o no dels resultats obtinguts pel fet de no haver clarificat quins han estat els mecanismes que s'han emprat per a la recollida de dades i per a l'anàlisi i la discussió dels resultats, així com els punts de partida de la recerca.

Per aquest motiu, en els següents apartats s'exposen quins són els procediments metodològics que s'han seguit en la recerca. Per fer-ho, s'han dividit els procediments en 3 apartats diferents. El primer explica quin és el context en el qual es fonamenta la recerca proposada. El segon d'ells menciona les fonts primàries que s'han emprat per tal de recollir les dades. I en darrer terme, el tercer posa l'èmfasi en el procés dut a terme per a l'anàlisi, interpretació i discussió dels resultats.

5.1.Context i punt de partida de la recerca

Aquesta recerca parteix dels resultats obtinguts en motiu del conveni de col·laboració signat entre el CRECIM i l'ICAEN, per a la realització de la "Fase 1: Creació de base de dades" del projecte de disseny de "L'Escola de l'Energia". La col·laboració va consistir en la elaboració d'un document anomenat "Estat actual de l'ensenyament sobre Energia a Catalunya, base de dades de recursos disponibles, detecció de necessitats i proposta d'actuació", format per 4 entregables, que es troba actualment en mans de l'ICAEN, i de l'elaboració d'una base de dades de recursos disponibles a Catalunya sobre l'energia, que al llarg d'aquest any 2016 es posarà en disposició a tot el públic interessat i que s'hi podrà accedir a través de la pàgina web de l'ICAEN, segons fonts de la mateixa institució.

L'objectiu principal en la Fase 1 del disseny de "L'Escola de l'Energia" va ser la caracterització de l'estat actual de l'ensenyament sobre l'energia a Catalunya des d'una perspectiva didàctica i per fer-ho es van realitzar dues tasques principals:

- Recollir i categoritzar els recursos educatius sobre l'ensenyament de l'energia a Catalunya en una base de dades.
- Analitzar la perspectiva dels protagonistes/agents implicats (docents de primària i secundària, formadors, educadors de l'àmbit no formal...) respecte a l'ensenyament sobre l'energia a Catalunya.

Per un costat, de la primera tasca, la classificació dels recursos a través d'uns descriptors ha estat important en aquest Treball de Fi de Màster ja que s'han utilitzat els mateixos descriptors per seleccionar del conjunt de 328 recursos només aquells que, per les característiques d'aquesta recerca, seran objecte d'anàlisi de l'estudi i, d'aquesta manera, acotar el nombre de recursos. Per l'altre, de la segona tasca, les idees exposades pels protagonistes/agents implicats respecte a l'ensenyament sobre l'energia a Catalunya han inspirat en certa mesura la metodologia d'anàlisi dels recursos educatius en relació a l'ensenyament sobre l'energia a Catalunya al llarg d'aquesta recerca i que es presentarà en els següents apartats.

En l'"Annex 1" es pot trobar una explicació resumida de cadascuna d'aquestes dues tasques, ja que suposen les bases sobre les quals es fonamenta la recerca d'aquest Treball de Fi de Màster.

5.2.Procés metodològic de la recollida de dades

En la recerca proposada en aquest Treball de Fi de Màster, la recollida de dades s'ha realitzat a partir d'una font primària: la base de dades de recursos educatius sobre l'energia que ha estat encarregada per l'ICAEN i en la qual he participat activament en el seu procés d'elaboració.

En concret, del total dels 328 recursos recollits en la base de dades tan sols s'ha posat el focus en una petita fracció, aquells que pel tipus de recerca que es proposa permetien ser analitzats posteriorment en base a l'enfocament segons la perspectiva CTS i a la concepció de l'energia. Per aquest motiu, el criteri principal per a la selecció dels recursos ha estat que en el recurs es tracti un model científic escolar de l'energia, independentment de si aquest era o no el model més àmpliament acceptat per la investigació en didàctica de les ciències.

Per fer-ho, s'ha aprofitat la caracterització dels recursos a través dels descriptors i s'ha aplicat un filtre als 328 recursos, de manera que al final només han quedat aquells que en el descriptor de la temàtica del recurs s'indicava explícitament que tractaven el model científic escolar de l'energia, és a dir, aquells que durant la seva caracterització es va identificar que ajudaven a la construcció d'un model científic escolar de l'energia a través de la introducció de conceptes com conservació, degradació, transferència, transformació, tipus d'energies, etc. encara que, com es deia, aquest no fos el model més àmpliament acceptat i que es persegueix que adquireixi l'alumnat.

Finalment, un cop seleccionats el conjunt de recursos que compleixen el requisit imposat, s'han identificat les característiques principals d'aquests recursos a través d'alguns dels descriptors de la base de dades (els més rellevants a nivell d'anàlisi): el tipus de recurs (Unitat Didàctica, simulació, material multimèdia,...) o el nivell educatiu al que es van dirigits (infantil, primària o secundària) o el nombre d'enfocaments dintre de la perspectiva CTS que incorpora i quins d'ells.

Per tal d'exemplificar amb casos concrets quin ha estat el criteri de selecció dels recursos, a la Figura 2 es pot veure un exemple d'un recurs educatiu sobre l'energia que **no** està inclòs en la temàtica de model científic escolar de l'energia i que, per tant, no forma part de l'objecte d'estudi d'aquesta recerca:

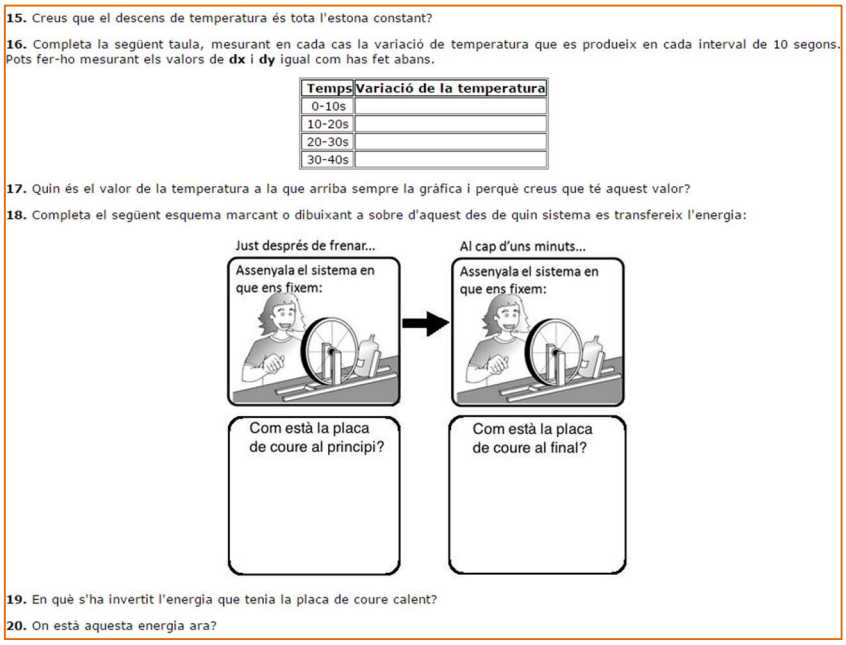
Figura 2: Exemple d'un recurs que **no** està inclòs en la categoria de "model científic escolar de l'energia".

Aquest recurs es tracta d'una "*webquest*" adreçada a l'alumnat del segon cicle de l'ESO (3r i 4t d'ESO) en què es proposa una investigació sobre el consum del mode "*stand-by*" dels aparells elèctrics. Entre les tasques que es proposen a treballar en grup estan la de localitzar on es troba el comptador elèctric, fer un seguiment dels aparells elèctrics que funcionen permanentment i d'aquells que ho fan esporàdicament, i localitzar i calcular el temps de funcionament dels "*leds*" que porten incorporats alguns electrodomèstics quan es troben en "*stand-by*".

A partir de les tasques que es proposen en el recurs, es pot observar que aquest està clarament orientat a l'ensenyament sobre l'energia a l'aula, ja que proposa activitats que tracten la temàtica energètica a través del consum i estalvi energètic a la llar. Tot i així, en la proposta del recurs no hi ha cap element que pretengui treballar expressament el model científic escolar de l'energia. No s'aprofundeix en cap concepte relacionat amb el model com per exemple el concepte de degradació, conservació, transferència, etc. ni

tampoc s'intueix que hi hagi una intenció clara de que l'alumnat adquireixi una mirada energètica sobre els fenòmens.

Per altra banda, a la Figura 3 es pot veure un recurs que **sí** ha estat seleccionat per ésser estudiat, ja que s'inclou dintre de la temàtica de model científic escolar de l'energia:


15. Creus que el descens de temperatura és tota l'estona constant?

16. Completa la següent taula, mesurant en cada cas la variació de temperatura que es produeix en cada interval de 10 segons. Pots fer-ho mesurant els valors de **dx** i **dy** igual com has fet abans.

Temps	Variació de la temperatura
0-10s	
10-20s	
20-30s	
30-40s	

17. Quin és el valor de la temperatura a la que arriba sempre la gràfica i perquè creus que té aquest valor?

18. Completa el següent esquema marcant o dibuixant a sobre d'aquest des de quin sistema es transfereix l'energia:

Just després de frenar...
Assenyala el sistema en que ens fixem:
Com està la placa de coure al principi?

Al cap d'uns minuts...
Assenyala el sistema en que ens fixem:
Com està la placa de coure al final?

19. En què s'ha invertit l'energia que tenia la placa de coure calent?

20. On està aquesta energia ara?

Figura 3: Exemple d'un recurs que **sí** està inclòs en la categoria de "model científic escolar de l'energia".

Aquest recurs consisteix en una activitat pràctica que s'ofereix als centres de secundària de Catalunya desenvolupada pel CRECIM en el marc del projecte REVIR en la qual s'intenta a ajudar a l'alumnat a entendre els canvis de la natura a través de l'estudi del procés de fregament que es produeix entre les rodes i els frens durant la frenada d'un vehicle. En la Figura 3, justament es pot observar un fragment del guió de la sessió on es demana a l'alumnat que mesuri la variació de temperatura d'un fre que fa aturar una roda i, a partir d'aquí, es demana als estudiants que analitzin i intentin explicar les dades i el fenomen estudiat a partir del model de transferència d'energia entre sistemes.

A diferència del recurs de la Figura 2, aquest aprofundeix en el concepte de transferència d'energia i té una intenció clara i explícita de construir el model científic escolar d'energia. A més, més endavant del recurs també es treballa en profunditat el concepte de degradació de l'energia. Per tant, no només tracta una temàtica qualsevol sobre energia, sinó que aprofundeix en el desenvolupament d'una mirada energètica dels fenòmens a través del model.

5.3.Procés metodològic de l'anàlisi de dades

Després de dur a terme la recollida de dades a partir de la font primària, s'ha passat a analitzar un per un els recursos educatius seleccionats que tracten el model científic

escolar d'energia en base a dos grans blocs: segons la competencialitat en l'enfocament del recurs dintre de la perspectiva CTS i segons la concepció de l'energia respecte a les idees clau del model científic escolar.

En base a aquests dos grans blocs, s'han plantejat tot un seguit de procediments metodològics necessaris per dur a terme l'estudi. Entre aquests procediments es troba: la definició de les dimensions de la recerca, l'elaboració de graus o nivells d'aprofundiment en les dimensions, la representació de les dades a través de representacions radials i l'anàlisi i discussió dels resultats. Tots ells s'expliquen en detall en els paràgrafs següents:

5.3.1. Definició de les dimensions de la recerca

En el inici de qualsevol recerca en didàctica de les ciències, cal tenir molt present quines són les dimensions que es pretenen estudiar. Evidentment, qualsevol recurs educatiu incorpora, en si mateix, múltiples dimensions que poden ser estudiades, però de totes elles només s'han de considerar aquelles que siguin especialment rellevants per poder assolir els objectius de la recerca i que permetin poder formular una resposta fonamentada a les preguntes de la recerca. Per aquest motiu, s'ha considerat adient seleccionar tres dimensions per cadascun dels blocs. En total, sis dimensions:

- Segons l'enfocament del recurs dintre de la perspectiva CTS:

La perspectiva CTS combina tres blocs centrals de conceptes escolars diferents: ciència, tecnologia i societat. Per aquest motiu, les dimensions que s'han triat han estat justament aquestes tres, ja que permeten estudiar recurs a recurs el grau d'aprofundiment competencial en cadascuna de les dimensions de la perspectiva CTS:

- Enfocament científic: es refereix al 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 d'energia com a fet irreversible en tots els processos espontanis de la natura. Aquest conjunt d'idees són les que permeten explicar en termes d'energia tota mena de fenòmens i canvis que es produeixen en el nostre entorn, per tant, estan més o menys presents en totes les disciplines científiques (física, química, biologia i geologia).
- Enfocament tecnològic: es refereix a tot el conjunt de 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. Es parla de paradigmàtics ja que en tot procés tecnològic hi ha transferència d'energia, però aquesta transferència pot ser o no el centre de l'enginy. Per exemple, quan la tecnologia estudia com es pot serrar fusta en un taller, tot i que serrar fusta impliqui una transferència d'energia, no es

considerarà un procés tecnològic paradigmàtic, ja que una serra no és un enginy tecnològic pensat per aprofitar o estalviar energia. En canvi, si es mira com utilitzar la llum solar per generar electricitat amb una placa fotovoltaica o per fer funcionar un forn solar, sí que es parlarà d'un procés tecnològic paradigmàtic, ja que aquestes plaques han estat dissenyades justament per aprofitar l'energia solar.

- Enfocament social: es refereix a tot allò que parla sobre 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 pel desenvolupament, en el que la seva distribució està subjecte a decisions humanes. Això també inclou com el consum energètic a través dels combustibles fòssils té conseqüències socials i ambientals, les desigualtats socials que intervenen tant en l'aprofitament com en el consum d'energia.

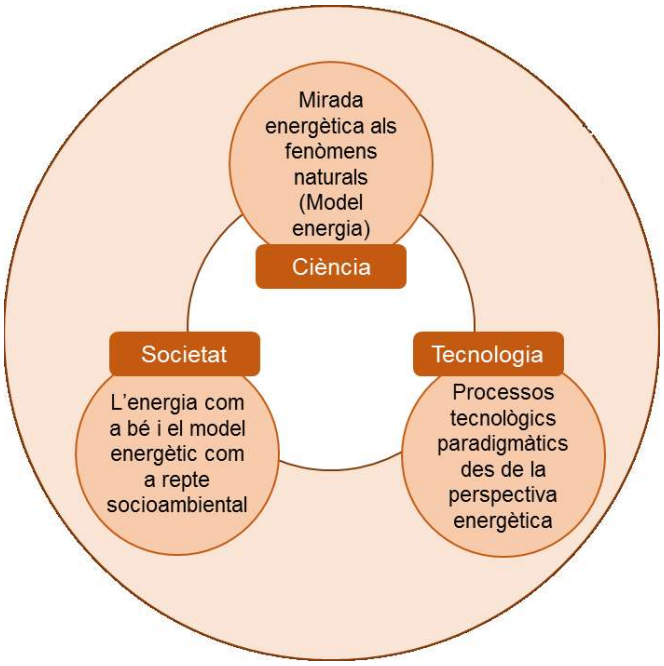


Figura 4: Diagrama que inclou els tres blocs centrals de conceptes escolars relacionats amb l'ensenyament de l'energia segons la perspectiva CTS.

- Segons la concepció de l'energia respecte a les idees clau del model científic escolar:

Alhora que es parla de la perspectiva CTS, en el marc teòric també s'han abordat les idees centrals que havia d'incloure el model científic escolar d'energia. Després d'una llarga discussió, del conjunt de reflexions didàctiques que hi apareixen se n'extreu un total de set idees clau que ha d'incloure el model científic escolar d'energia.

No obstant això, per poder analitzar els recursos seleccionats i facilitar la representació conjunta dels enfocaments i de la concepció de l'energia dels recursos s'ha cregut oportú limitar a tres el nombre de dimensions. Aquest fet provoca que de les set idees clau s'hagin seleccionat i agrupat només aquelles idees que, des d'un punt de vista

didàctic, són imprescindibles per tal de desenvolupar una correcta conceptualització de l'energia i afavorir la mirada energètica dels fenòmens.

Les tres dimensions seleccionades per tal d'estudiar la concepció de l'energia en els recursos han estat: els conceptes de degradació i conservació, el concepte de tipus d'energies (cinètica i potencial), i el concepte de transferència i mecanismes de transferència (treball i calor).

- Concepte de degradació i conservació: es refereix a la idea de que l'energia es conserva, però que a mesura que es transfereix l'energia entre els sistemes, aquesta també es degrada, és a dir, perd la seva capacitat per fer treball. Per exemple, quan en un motor d'un vehicle es crema el combustible, una part de l'energia potencial de les molècules del combustible i l'oxigen es transfereixen via treball al pistó del motor que es mourà amunt i avall i que en un altre procés transferirà aquesta energia mitjançant treball a les rodes del vehicle. Tot i així, hi ha una altra part de l'energia de la combustió que es transfereix via calor a totes les peces que formen el motor que augmentaran la seva temperatura i que no podrà ser transferida a cap altre sistema via treball ja que es tracta d'energia totalment degradada.
- Concepte de tipus d'energies (energia cinètica i energia potencial): es refereix a la idea de que només existeixen dos tipus d'energia: l'energia cinètica i l'energia potencial. Tot i que es comú sentir parlar de molts tipus d'energies, aquests altres "tipus d'energies" confonen tipus d'energies amb processos físics o tecnològics als quals hi associem una energia en un moment determinat. Per exemple, hi ha recursos que parlen d'energia tèrmica dels cossos, quan en realitat es refereixen a que els cossos pel simple fet que tenen una certa temperatura se'ls associa una certa energia, que a nivell microscòpic es correspon al moviment de les partícules del cos, és a dir, a l'energia cinètica de les partícules.
- Concepte de transferència i dels mecanismes de transferència (calor i treball): es refereix a la idea de que l'energia, generalment, no es transforma (excepte quan en un mateix sistema l'energia cinètica passa a energia potencial o al revés) sinó que es transfereix mitjançant tan sols dos mecanismes: treball i calor. Es podria afegir un tercer mecanisme, segons l'autor: la radiació (tot i que realment és una barreja de treball i calor).

La raó per la qual s'han seleccionat aquestes tres dimensions i no altres, és perquè aquestes tres engloben les idees clau imprescindibles que l'alumnat ha de mobilitzar per tal de poder estudiar i entendre els fenòmens a través d'una mirada energètica. Conèixer una definició rigorosa de l'energia o entendre que no es pot quantificar un valor absolut de l'energia no és consideren idees absolutament necessàries per poder treballar amb l'energia. Per aquest motiu, aquestes no han de formar part de les dimensions a estudiar. En canvi, no es pot treballar adequadament si no es té clar que l'energia es conserva

alhora que es degrada, o que l'energia es transfereix entre els sistemes a través de dos mecanismes com el treball i la calor, o que només existeixen dos tipus principals d'energia i no un llistat interminable de formes d'energia que confonen tipus d'energies amb processos físics o tecnològics.

5.3.2. Elaboració dels graus o nivells d'aprofundiment en les dimensions

Una vegada definides les dimensions que formaran part de l'estudi, ha calgut definir clarament quins són els graus o nivells d'aprofundiment dintre de les diverses dimensions per tal de donar una resposta adequada a la pregunta de recerca. És a dir, no és el mateix un recurs que parli únicament de que l'energia es conserva i utilitzi el principi de conservació de l'energia per a realitzar càlculs metòdics sobre processos energètics ficticis que, al mateix temps que es parla de la conservació de l'energia s'aprofundeixi en la idea de la degradació per tal de resoldre un problema en el que es proposi a l'alumnat investigar quina és la millor manera per escalfar un got d'aigua. En aquests dos exemples hipotètics es poden apreciar diversos graus o nivells d'aprofundiment al voltant dels dos grans blocs d'anàlisi: competencialitat en l'enfocament i valor de les idees.

Des de la perspectiva de l'enfocament del recurs, en el primer cas es treballa la dimensió científica, però d'una manera molt poc competencial, mentre que les dimensions socials i tecnològiques de la perspectiva CTS no s'aborden. En canvi, en el segon exemple, segueix sense abordar-se la dimensió tecnològica, però tant la dimensió científica com la dimensió social es treballen amb un nivell d'aprofundiment bastant més alt, ja que es proposa que sigui l'alumnat qui elabori la seva pròpia investigació, tingui en compte el control de variables, repeteixi l'experiment, etc. i, a més, proposi un canvi d'hàbits real sobre com escalfaran l'aigua a casa seva a partir dels resultats de la investigació que han realitzat.

Per la seva banda, segons el grau de sofisticació de les idees del model científic escolar d'energia, en el primer cas s'aborda tan sols la dimensió de la conservació i la degradació, però d'una manera bastant pobra, ja que només parla de la conservació per a la realització de càlculs i no es fa menció de que la energia es degrada i que d'aquí sorgeix la sensació que l'energia és menys "útil" i, per tant, cal estalviar-la. Mentre que en el segon cas, en abordar la conservació de l'energia conjuntament amb la idea de degradació, la idea que es transmet és molt més rica i útil per desenvolupar una mirada energètica del nostre entorn.

Per aquest motiu, s'ha cregut oportú elaborar dues taules a mode de rúbrica (segons l'enfocament competencial del recurs i segons la concepció de l'energia respecte a les idees clau del model científic escolar), que s'han emprat com a instrument a través del qual analitzar un per un els recursos seleccionats. La definició dels graus o nivells d'aprofundiment per a cadascuna de les dimensions s'ha definit segons si no incorpora aquella dimensió (nivell 0) i, a partir d'aquí, s'ha definit com a nivell 1 aquell que

incorpora la dimensió però no tal i com s'hauria d'esperar (de manera molt poc competencial o amb greus errors conceptuals) i com a nivell 3 aquell que incorpora la dimensió de la manera més correcta (molt competencial o molt d'acord amb el model científic escolar d'energia). Entremig s'ha definit un nivell intermedi (nivell 2) que va més enllà del que seria un nivell 1, però no arriba a ser tan complet com per ser un nivell 3. Tot això, queda molt millor definit i amb més detall en les següents taules on es defineixen els nivells per a cada dimensió:

- Segons l'enfocament del recurs dintre de la perspectiva CTS:

GRAU DE COMPETENCIALITAT EN L'ENFOCAMENT			
	Social	**Tecnològic**	**Científic**
0	No es parla.	No es parla.	No es parla.
1	Es presenta un enfocament social que no va més enllà de simples consells i conscienciació de l'alumnat (*per exemple, només es donen consells sobre estalvi energètic a la llar, però no hi ha cap tipus de reflexió al darrera ni cap tipus d'activitat que fomenti una proposta d'actuació que suposi un canvi d'hàbits i d'actitud real*).	Es presenta un enfocament tecnològic que es queda en una descripció d'elements tecnològics (*per exemple, es parla sobre els tipus de fonts d'energia, les centrals elèctriques i/o es mencionen les parts que les formen*).	Es presenta un enfocament científic que tan sols es limita a la transmissió d'informació descriptiva sobre aspectes científics (*per exemple, es tracten d'activitats de divulgació científica i del coneixement científic poc profunda sense promoure cap tipus de reflexió amb l'alumnat ni cap tipus de treball pràctic i/o simulacions que ajudin a entendre el fenomen*).
2	Es presenta un enfocament social en el qual se supera el simple consell i conscienciació de a l'alumnat sinó que es va més enllà *(per exemple, no tan sols se'ls aconsella dient que han de moure's en bicicleta en comptes de desplaçar-se en cotxe sinó que es vol fer pensar en el perquè i fomenta el debat)*, però no s'acaba concretant en una aplicació pràctica dels coneixements que promogui un canvi real	Es presenta un enfocament tecnològic en el qual se supera la proposta merament informativa *(per exemple, no només es descriuen elements tecnològics, sinó que s'aprofundeix en la seva comprensió de com funcionen)*, però no s'arriba a un grau d'autonomia suficient en l'ús d'aquests coneixements *(per exemple, es realitzen activitats pràctiques molt pautades i guiades).*	Es presenta un enfocament científic en el qual ja no només es tracta de transmetre coneixement científic *(per exemple, no només es dóna la definició d'energia, s'expliquen els tipus d'energia, etc.)* sinó que complementa amb activitats aplicades però que no són prou significatives a l'hora de construir el model científic sobre l'energia que es pretén assolir *(per exemple, una petita reflexió sobre els*

	d'hàbits i d'actitud *(per exemple, dur a terme una actuació o elaborar una proposta d'actuació de l'alumnat)*.		*fenòmens, alguna simulació o activitat de treball pràctic).*
3	Es presenta un enfocament social que promou una actuació en l'àmbit social (*per exemple, no només es queda en aconsellar i conscienciar a l'alumnat sinó que reflexiona sobre el perquè cal aquest canvi d'hàbits i actituds i en el que es promou que l'alumnat actui o, com a mínim, elabori una proposta d'actuació envers un tema socialment rellevant que promogui un canvi real d'hàbits i d'actitud*).	Es presenta un enfocament tecnològic en el qual es proposa a l'alumnat que creï, construeixi o dissenyi algun enginy tecnològic (*per exemple, no només s'expliquen les fonts d'energia, les centrals elèctriques o les seves parts, sinó que alhora l'alumnat ha de construir o dissenyar un molí de vent, d'un molí d'aigua, un forn solar, etc.*).	Es presenta un enfocament científic en el qual s'investiga, s'actua i es reflexiona profundament sobre les idees científiques (*per exemple, es treballa el model científic sobre l'energia amb una reflexió teòrica sobre el model científic escolar i on es realitzen activitats de treball pràctic i/o simulacions significatives per a l'alumnat que ajudin a entendre el fenomen*).

- Segons la concepció de l'energia respecte a les idees clau del model científic escolar:

CONCEPCIÓ CONCEPTUAL DE L'ENERGIA			
	Conservació i degradació	**Tipus d'energia**	**Transferència i mecanismes**
0	No es parla.	No es parla.	No es parla.
1	Es parla sobre la conservació fent-la servir per realitzar càlculs o de la pèrdua d'energia com a eix central en l'ensenyament i no es fa menció a l'altra, és a dir, o l'energia es conserva o l'energia es perd.	Es parla de que existeixen diversos tipus d'energies molt diverses.	Es parla de transformació de l'energia o es diu que hi ha molts mecanismes de transformació/transferència d'energia i en fa un llistat.
2	Es presenta la conservació de l'energia com a eix central en l'ensenyament, però es menciona tot i que ho fa a través de paraules com es "perd", es "gasta", es "dissipa" o, fins i tot, s'arriba a dir que es degrada, però no	Es parla de que existeixen diversos tipus d'energies i enumera un llistat de formes d'energia que tenen més a veure amb els processos que no pas amb l'energia, però acaba dient que de tot aquest ventall de tipus d'energies en el fons	Es parla sobre un dels 2 mecanismes de transferència de calor, o només es mencionen però no s'expliquen o, fins i tot, en les explicacions no està clar si el treball o la calor són mecanismes de transferència o un tipus

	s'aprofundeix en aquesta idea.	només existeixen com a tal dues: energia cinètica i energia potencial.	d'energia.
3	Es diu que l'energia es conserva, però que a mesura que es transfereix l'energia, aquesta es degrada, és a dir, perd capacitat per a fer treball. En aquest cas, degradació i conservació estan en el mateix nivell.	Es parla de tan sols 2 tipus d'energia: cinètica i potencial. Els altres tipus d'energies confonen tipus d'energies amb processos físics o tecnològics als quals hi associem una energia en un moment determinat.	Es parla de que l'energia es transfereix de tan sols dos (o tres) mecanismes: treball i calor (i radiació).

5.3.3. Representació de les dades a través de representacions radials

Els resultats obtinguts s'han presentat a través de diversos tipus de representacions. Entre elles destaquen les representacions radials o, altrament anomenades, gràfics d'estrella realitzar l'anàlisi individual de cadascun dels recursos. Aquest tipus de representació és molt útil a l'hora de mostrar els resultats de la recerca proposada ja que permet visualitzar en una mateixa figura quines dimensions es treballen, alhora que permet identificar fàcilment el grau o nivell d'aprofundiment per cadascuna de les dimensions a través de l'amplitud del polígon en cadascun dels eixos. Tanmateix, ajuda a identificar els punts forts i dèbils dels recursos, ja que expressa de manera gràfica les distàncies entre els valors obtinguts per un recurs i els valors que tindria un recurs ideal.

Com que el nombre de dimensions total de la recerca són sis (tres dimensions per cadascun dels dos blocs d'anàlisi), la representació radial consistirà en un hexàgon del qual sortiran sis eixos des del centre fins a les arestes i que representaran les sis dimensions d'estudi i els diferents graus o nivells d'aprofundiment per cadascuna. A més, per tal d'ajudar a la interpretació dels resultats, les tres dimensions relacionades amb l'enfocament del recurs dintre de la perspectiva CTS se situaran a la meitat superior de l'hexàgon, mentre que les altres tres corresponents a les idees del model d'energia escolar que incorporen se situaran en la meitat inferior. Un exemple d'una representació hipotètica d'un recurs es pot veure a continuació, en la figura 5:

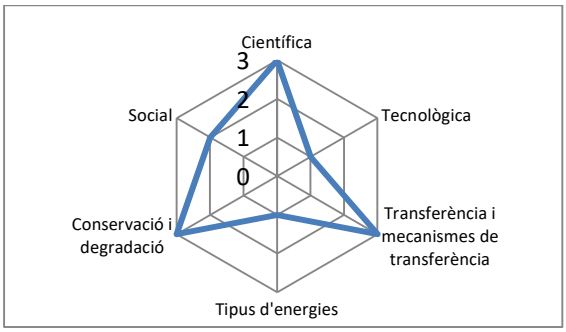


Figura 5: Representació radial de l'anàlisi d'un recurs hipotètic.

Aquesta representació ens indica que aquest recurs hipotètic assoliria el màxim nivell de competencialitat en la dimensió científica, així com en la sofisticació dels conceptes de conservació i degradació, i de transferència i mecanisme de transferència (nivell 3). Per la seva banda, obtindria un nivell intermedi quant a la competencialitat en la dimensió social (nivell 2). Finalment, presentaria un baix nivell de competencialitat respecte a la dimensió tecnològica, així com en la sofisticació en la concepció de la idea dels tipus d'energies existents (nivell 1).

5.3.4. Anàlisi i discussió dels resultats

Una vegada presentats els resultats, en el mateix apartat s'han descrit breument els valors que s'han obtingut, s'han mostrat exemples que serveixen per a la millor comprensió d'aquests resultats i s'ha fet una breu explicació descriptiva d'aquests. A continuació, s'ha posat ordre a totes les dades obtingudes i s'ha elaborat una anàlisi i una discussió dels resultats on no només s'han explicat millor els resultats i els valors obtinguts, sinó que s'ha pretès donar resposta a la pregunta de recerca d'aquest Treball de Fi de Màster mitjançant una forta reflexió crítica de què ens indiquen aquests resultats de la manera més precisa i exacte possible per tal de donar una major riquesa a l'estudi.

6. Resultats

Fins ara s'ha explicat el problema de la recerca, el marc teòric, els objectius, la pregunta de recerca i la metodologia de la recerca. La idea ha estat situar i definir el més detalladament possible en què consisteix la recerca d'aquest Treball de Fi de Màster. Arribats a aquest punt, en aquest apartat es procedeix a la presentació dels resultats de la recerca al voltant dels recursos educatius sobre l'energia.

Del total de recursos recollits en la base de dades elaborada per a l'ICAEN, només s'han seleccionat aquells que tracten un model científic escolar d'energia. Així doncs, dels 328 recursos incorporats a la base de dades, tan sols s'han identificat 41 recursos que complien el criteri de selecció. Han estat aquests 41 recursos els que s'han estudiat en profunditat (el llistat d'aquests recursos es descriu breument al "Annex 2" d'aquest Treball de Fi de Màster).

Dintre d'aquests 41 recursos, s'han identificat fins a 7 tipus o formats de recursos diferents: activitats didàctiques d'aula, guies informatives, materials multimèdia, pàgines web informatives, tallers experimentals, Unitats Didàctiques i projectes de centre, i videojocs i simulacions. Aquest fet evidencia el que es mencionava en apartats anteriors, que el model científic escolar d'energia pot ésser treballat de maneres i formats molt diversos. De tot el conjunt de recursos, el recurs majoritari han estat les Unitats Didàctiques i projectes de centre (21), ja que hi ha un gran nombre de professorat que ha dissenyat en els darrers anys els seus materials educatius sobre l'energia i els han penjat a la xarxa per compartir-los amb tota la comunitat educativa. A

continuació, es troben els materials multimèdia (6), els videojocs i simulacions (6) i els tallers experimentals (4). Finalment, també s'hi identifiquen en menor freqüència activitats didàctiques d'aula (2), guies informatives (1) i pàgines web informatives (1).

En un altre ordre de coses, si es tenen en compte els nivells als quals estan dirigits aquests recursos, s'ha observat que 11 dels 41 recursos estan dirigits principalment a l'ensenyament a Infantil i Primària, mentre que els 30 recursos restants es dirigeixen a l'ensenyament a Secundària i Batxillerat. Aquest fet mostra una tendència general que ja s'havia observat en anàlisis prèvies, en les quals es va identificar que malgrat l'ensenyament sobre l'energia es dóna en tots els nivells, la quantitat de recursos dirigits a l'ensenyament a Secundària i Batxillerat era superior a la quantitat de recursos dirigits a l'ensenyament a Infantil i Primària.

Per la seva banda, de tot el conjunt de recursos seleccionats també s'ha identificat quin és el percentatge de recursos que incorporen un, dos o els tres enfocaments que formen part de la perspectiva CTS i, no només això, sinó quins d'ells:

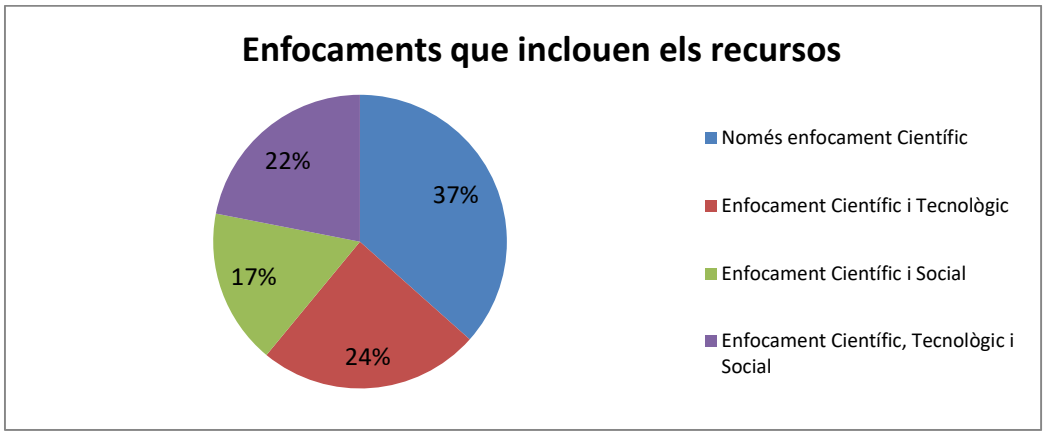


Figura 6: Gràfic circular amb el percentatge de recursos segons els enfocaments dintre de la perspectiva CTS que incorporen: només enfocament científic, enfocament científic i tecnològic, enfocament científic i social o enfocament científic, tecnològic i social.

D'aquests resultats se n'extreu que el percentatge més elevat de recursos (un 37%) només presenta l'enfocament científic i, per tant, no inclouen ni un enfocament tecnològic ni social. A continuació, les altres tres possibles opcions són percentualment similars entre si, ja que oscil·len d'un 24% a un 17% (el percentatge més baix i que es correspon als recursos que només inclouen l'enfocament científic i social).

Un cop feta aquesta petita identificació dels recursos educatius seleccionats i que permet obtenir una visió panoràmica de la composició que formen els 41 recursos s'ha passat a dues anàlisis. La primera es tracta d'analitzar el percentatge dels recursos seleccionats que tracten cadascuna de les dimensions descrites i en quin grau d'aprofundiment. I la segona tracta d'una anàlisi del grau de competencialitat científic-tecnològic i/o social, i el grau de sofisticació de les idees del model d'energia escolar present, a través de la classificació dels recursos mitjançant l'establiment de patrons comuns.

6.1.Resultats del percentatge de recursos que tracten cadascuna de les dimensions

En aquesta primera anàlisi s'ha recollit les dades de tots els recursos i s'ha representat en un gràfic circular el percentatge de recursos que es troben en cadascun dels nivells de la rúbrica dissenyada per tal d'avaluar el grau d'aprofundiment que tenen els recursos en cadascuna de les dimensions d'estudi. Aquesta ens ha de donar pistes sobre quin és l'enfocament i la concepció de l'energia present en els recursos educatius sobre energia disponibles a Catalunya.

- Segons l'enfocament del recurs dintre de la perspectiva CTS:

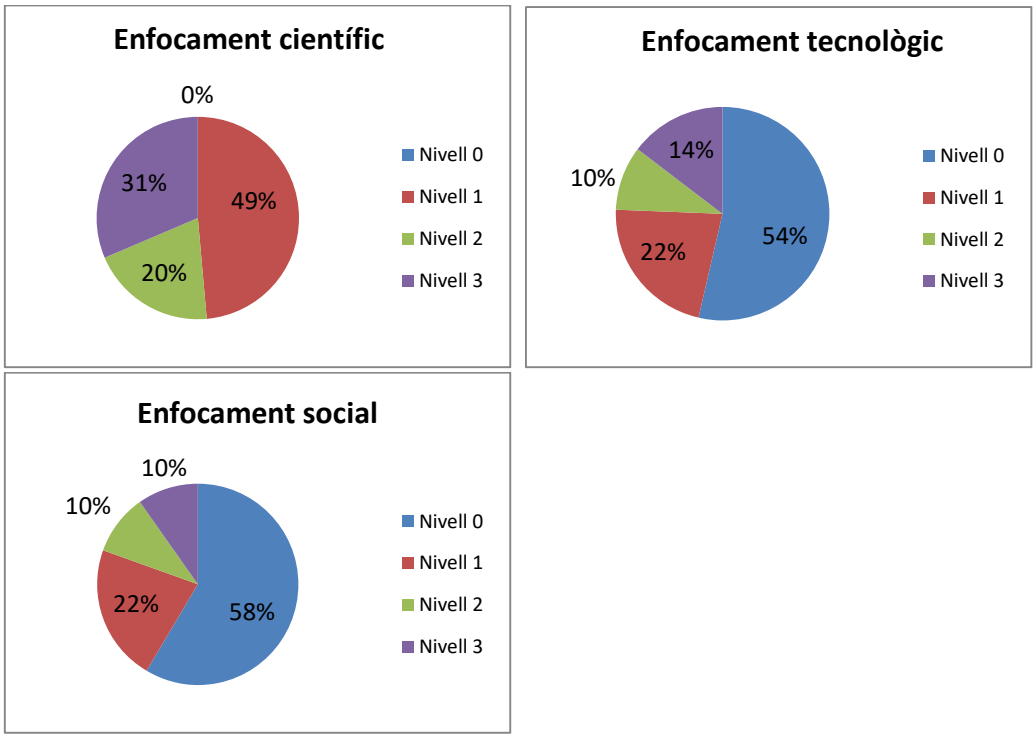


Figura 7: Gràfics circulars amb el percentatge de recursos que tracten cadascun dels nivells o graus d'aprofundiment competencial en les tres dimensions d'estudi segons l'enfocament dintre de la perspectiva CTS: ciència, tecnologia i societat.

Aquests resultats indiquen clarament que entre els recursos estudiats l'enfocament que més apareix dintre de la perspectiva CTS és l'enfocament científic. En concret, aquest enfocament apareix en tots els recursos analitzats i inclou un gran nombre de recursos que presenten un alt nivell competencial en aquesta dimensió (un 31% dels recursos), tot i que el percentatge de recursos majoritari (un 49% dels recursos) presenta un nivell de competencialitat baix.

Mentrestant, l'enfocament tecnològic i social presenten uns resultats bastant dispars en comparació a l'enfocament científic, però semblants entre ells mateixos. Les seves representacions evidencien un elevat percentatge de recursos que no incorpora aquests tipus d'enfocament en les seves activitats (un

54% i un 57% dels recursos respectivament). I aquells recursos que incorporen aquests tipus d'enfocament ho fan majoritàriament amb un nivell competencial molt baix (un 22% en tots dos casos).

Els resultats en relació a l'enfocament científic mostren el que ja era d'esperar ja que del total de 328 recursos s'han seleccionat només aquells que tractaven el model científic escolar de l'energia. Així doncs, si la selecció ha estat correcta tots els recursos haurien de treballar aquesta dimensió científica com així ha succeït i, per tant, també es comprensible que aparegui un gran percentatge de recursos amb alt nivell competencial. En canvi, malgrat fa molts anys que es parla d'incorporar l'enfocament tecnològic i social en les classes de ciències (perspectiva CTS), els resultats indiquen que els recursos educatius analitzats que tracten el model científic escolar d'energia no ho aconsegueixen, ja que la majoria dels recursos no tracten aquests enfocaments o ho fan amb un nivell competencial baix.

- Segons la concepció de l'energia respecte a les idees clau del model científic escolar:

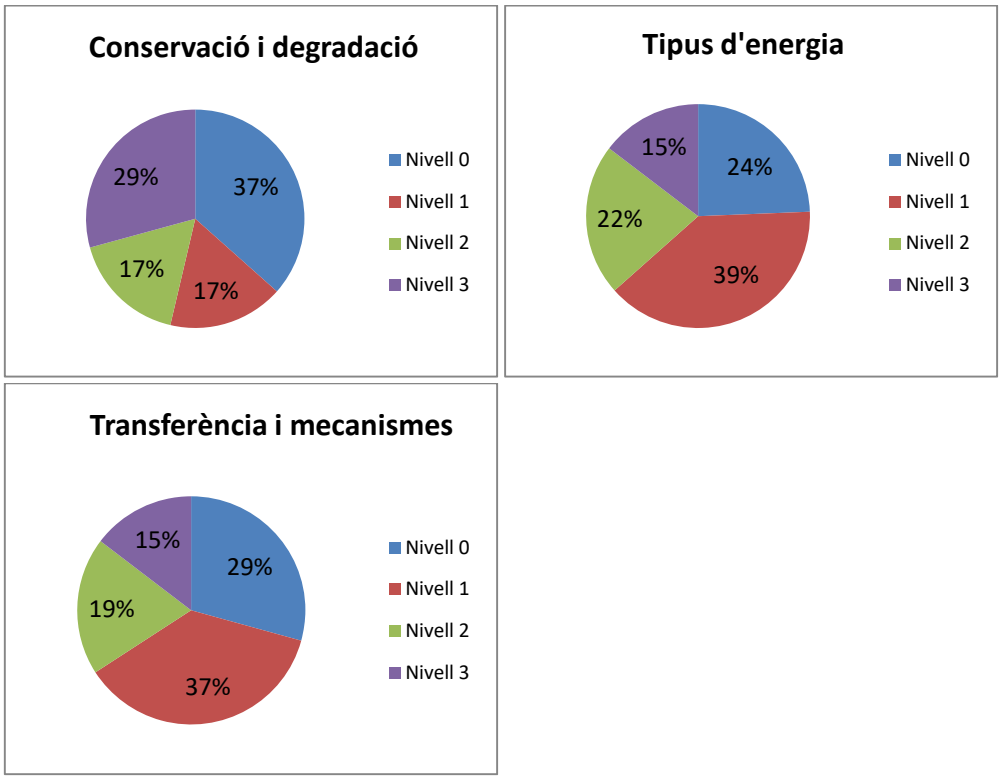


Figura 8: Gràfics circulars amb el percentatge de recursos que tracten cadascun dels nivells o graus d'aprofundiment i sofisticació en les tres idees del model. científic escolar d'energia: conservació i degradació, tipus d'energia i transferència i mecanismes.

Aquestes representacions indiquen que quant a les tres idees sobre el model, hi ha un elevat percentatge de recursos (que oscil·la entre el 24% i el 37% dels recursos) que no les incorpora en les seves explicacions o entre els coneixements que volen que l'alumnat adquireixi. A més, per a les dimensions tipus d'energia i transferència i mecanismes de transferència, quan són tractades, aquestes s'incorporen amb un nivell baix (39% i 37% dels recursos respectivament) o mitjà de sofisticació (22% i 19% dels recursos per cada cas). En canvi, la dimensió de conservació i degradació s'incorpora amb un grau de sofisticació alt (29%), en comparació amb els graus de sofisticació baix i mitjà (17% en cada cas).

Els resultats, per tant, mostren que malgrat els recursos presentin majoritàriament un marcat enfocament en la dimensió científica, les idees del model científic escolar d'energia no es transmeten o que aquesta transmissió sovint no és la més correcta tenint en compte el model que s'hauria de construir. L'única dimensió en què existeix un número important de recursos que arriben a explicar la idea de manera més sofisticada és la de conservació i degradació; quelcom que no coincideix amb la percepció expressada pels experts participants en el debat de grup sobre l'energia on es va insistir que generalment s'incideix molt en el principi de conservació de l'energia, però no es posa tant èmfasi en la degradació.

6.2. Resultats del grau de competencialitat segons la perspectiva CTS, i el grau de sofisticació de les idees del model científic escolar d'energia present

En aquesta segona anàlisi es pretén classificar els recursos segons uns patrons comuns que permetin descriure'ls al voltant dels dos grans eixos de la recerca. Per tal de tenir una visió global dels recursos complementària a la que s'ha presentat, i prèviament a l'establiment de patrons comuns, s'ha procedit a representar gràficament en un núvol de punts on se situarien els diferents recursos respecte al nivell de competencialitat mitjà en els enfocaments de la perspectiva CTS, per un costat, i respecte al nivell de sofisticació mitjà de les idees, per l'altre. Abans però, cal deixar clar que la posició dels punts en el núvol no és estrictament exacta amb els valors obtinguts, sinó que els punts que comparteixen una mateixa ubicació en el núvol de punts s'han separat per tal de facilitar la lectura i interpretació del gràfic, ja que sinó se solapaven els punts i no es podien distingir. Per tant, no és tan important la posició exacta dels punts com la zona en la qual se situen.

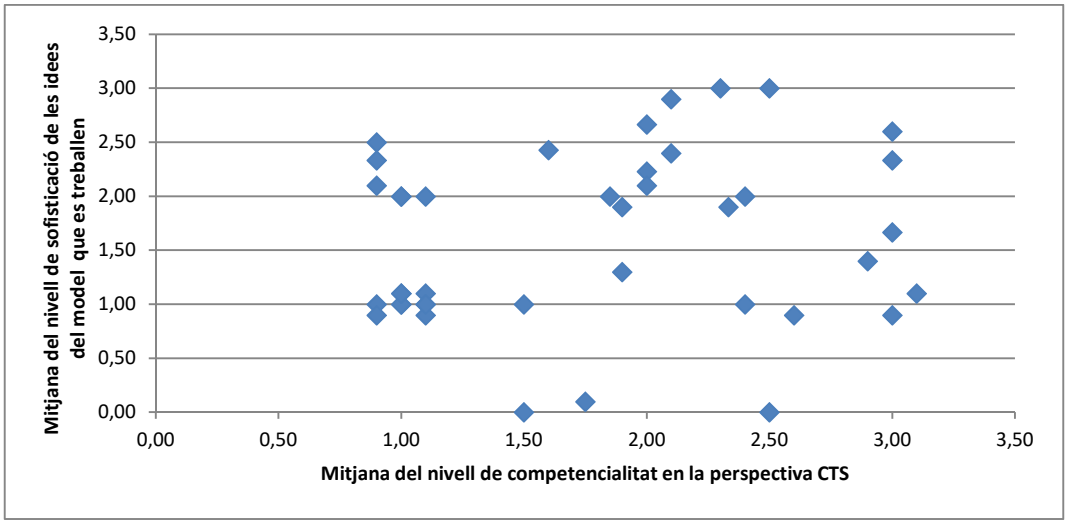


Figura 9: Núvol de punts en el qual es representa aproximadament la posició dels recursos segons la mitjana del nivell de competencialitat en la perspectiva CTS i del nivell de sofisticació de les idees del model que treballen.

El que mostra aquest gràfic és que els recursos estan distribuïts bastant homogèniament al llarg i ample d'aquest núvol de punts (alta dispersió dels punts) el que implica una gran diversitat de recursos, que va des del recurs de menor valor didàctic fins a aquell recurs de més alt valor didàctic, passant per tots els estadis intermedis possibles. A més, al ser bastant homogeni vol dir que igual de probable és que ens trobem un recurs que un altre. Això implica que la majoria de recursos es trobin lluny de ser recursos amb un alt nivell didàctic en ambdós blocs d'anàlisi al mateix temps.

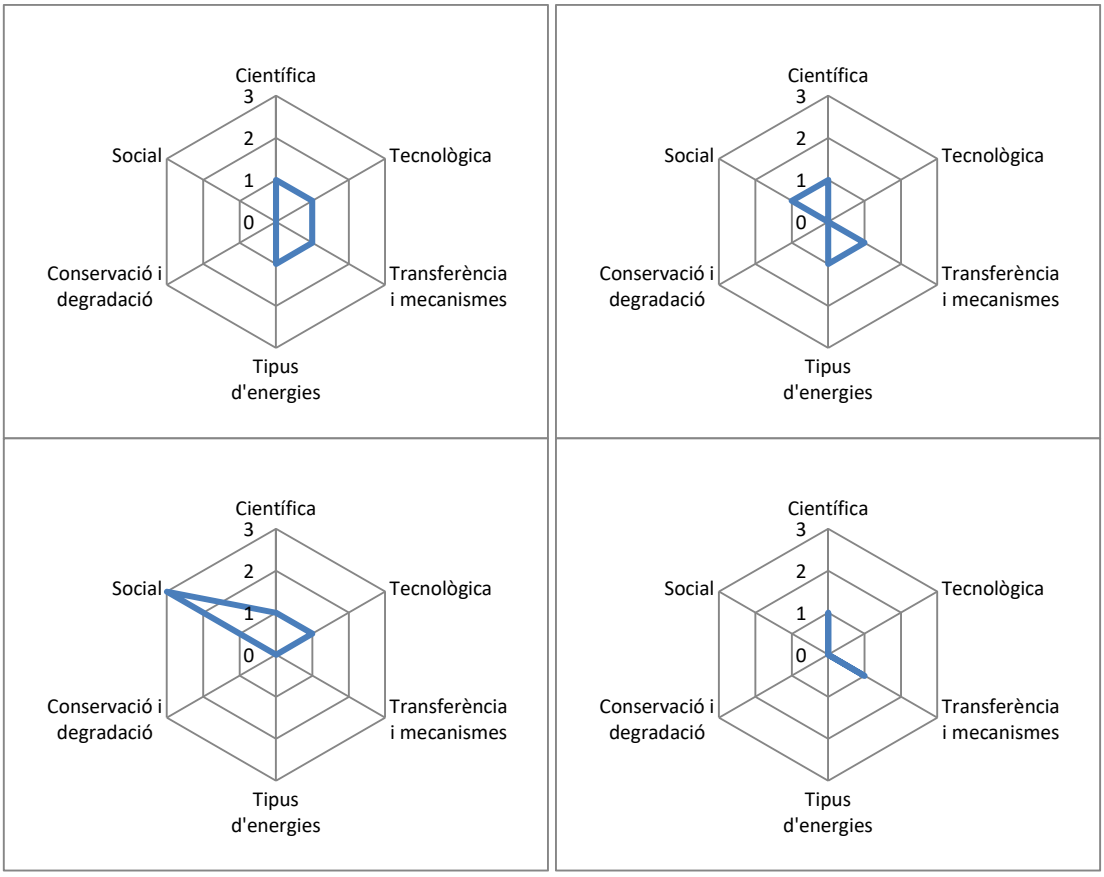
Un cop feta aquesta visió més global, s'han analitzat a fons els 41 recursos educatius, per tal d'identificar patrons comuns, ja que així es pot desenvolupar una anàlisi i discussió més enfocada. En total, s'han pogut identificar 8 patrons de tipus de recursos. Aquests patrons són:

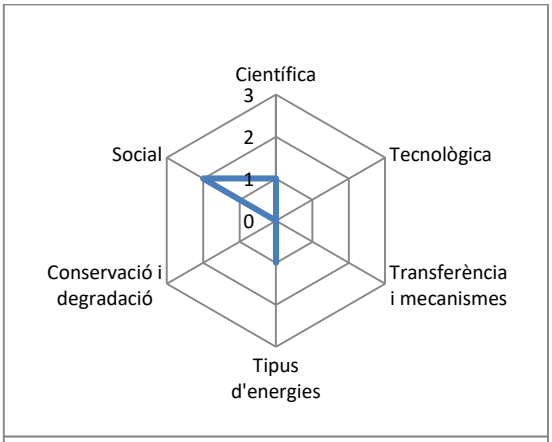
a) Patró A: Recursos de baix nivell didàctic.
b) Patró B: Recursos centrats en el valor de les idees sobre el model.
c) Patró C: Recursos centrats en la competencialitat en ciència i tecnologia.
d) Patró D: Recursos d'alt valor didàctic només en ciència.
e) Patró E: Recursos centrats en el valor de les idees sobre el model amb mitjà nivell competencial en ciència.
f) Patró F: Recursos centrats en la competencialitat en ciència.
g) Patró G: Recursos centrats en la competencialitat en tecnologia i/o socials amb alt valor de les idees.
h) Patró H: Recursos d'alt valor didàctic i interdisciplinaris.

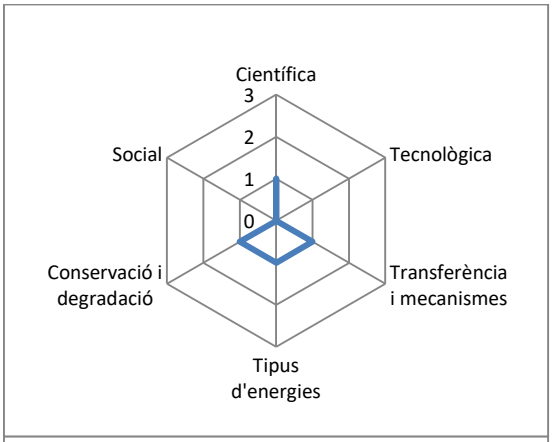
A continuació s'explica un per un cadascun d'aquests patrons:

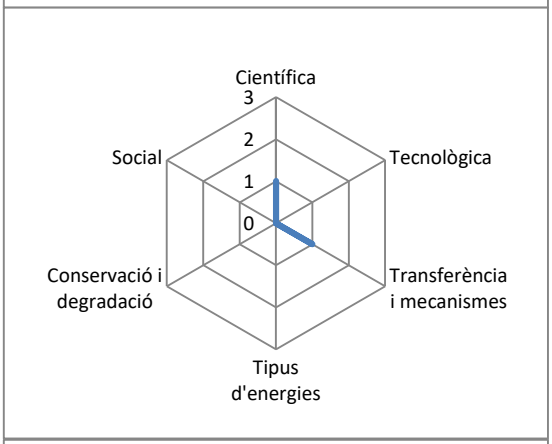
a) <u>Patró A: Recursos de baix nivell didàctic:</u>
Dintre d'aquest patró es troben tot un conjunt de recursos educatius que, com a norma general, s'identifica que treballen un nombre de dimensions reduïda (tot i que en algun cas es treballen quatre o, fins i tot, les sis dimensions), i que com a tret característic comparteixen que el nivell de competencialitat (especialment en la dimensió científica) i el valor de les idees sobre el model científic escolar és molt baix. És a dir, que ni representen activitats que siguin contextualitzades, que generin un problema, que busquin l'actuació de l'alumnat, etc.; ni, tampoc, activitats on els conceptes de degradació i conservació, tipus d'energia o transferència es treballin correctament.

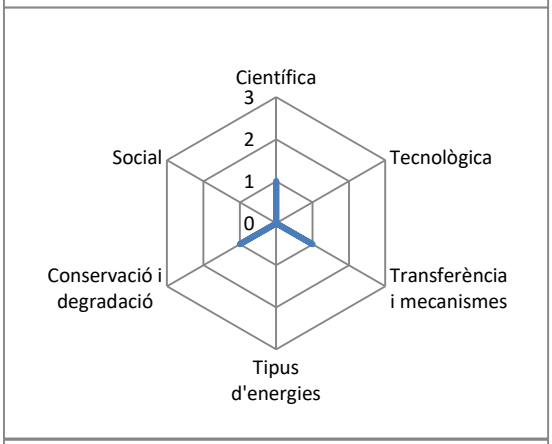
En aquest patró comú s'hi ha identificat un total de 13 dels 41 recursos (gairebé un 32% dels recursos) i les seves representacions radials característiques es mostren a continuació:

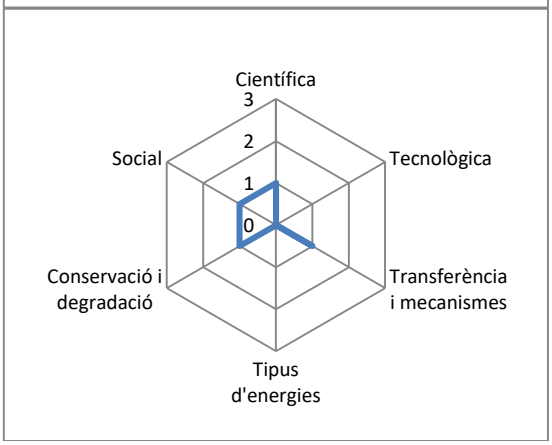


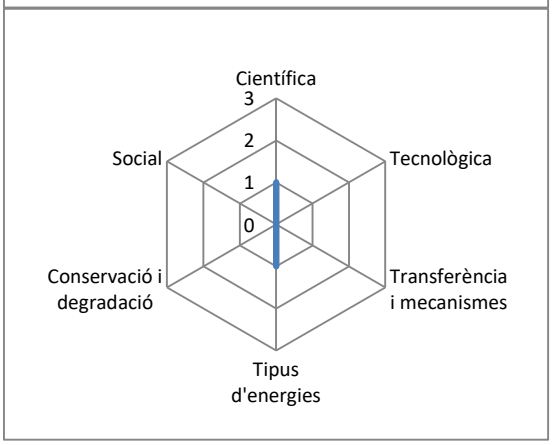

Científica
3
2
1
0
Tecnològica
Transferència i mecanismes
Tipus d'energies
Conservació i degradació
Social


Científica
3
2
1
0
Tecnològica
Transferència i mecanismes
Tipus d'energies
Conservació i degradació
Social


Científica
3
2
1
0
Tecnològica
Transferència i mecanismes
Tipus d'energies
Conservació i degradació
Social


Científica
3
2
1
0
Tecnològica
Transferència i mecanismes
Tipus d'energies
Conservació i degradació
Social


Científica
3
2
1
0
Tecnològica
Transferència i mecanismes
Tipus d'energies
Conservació i degradació
Social


Científica
3
2
1
0
Tecnològica
Transferència i mecanismes
Tipus d'energies
Conservació i degradació
Social

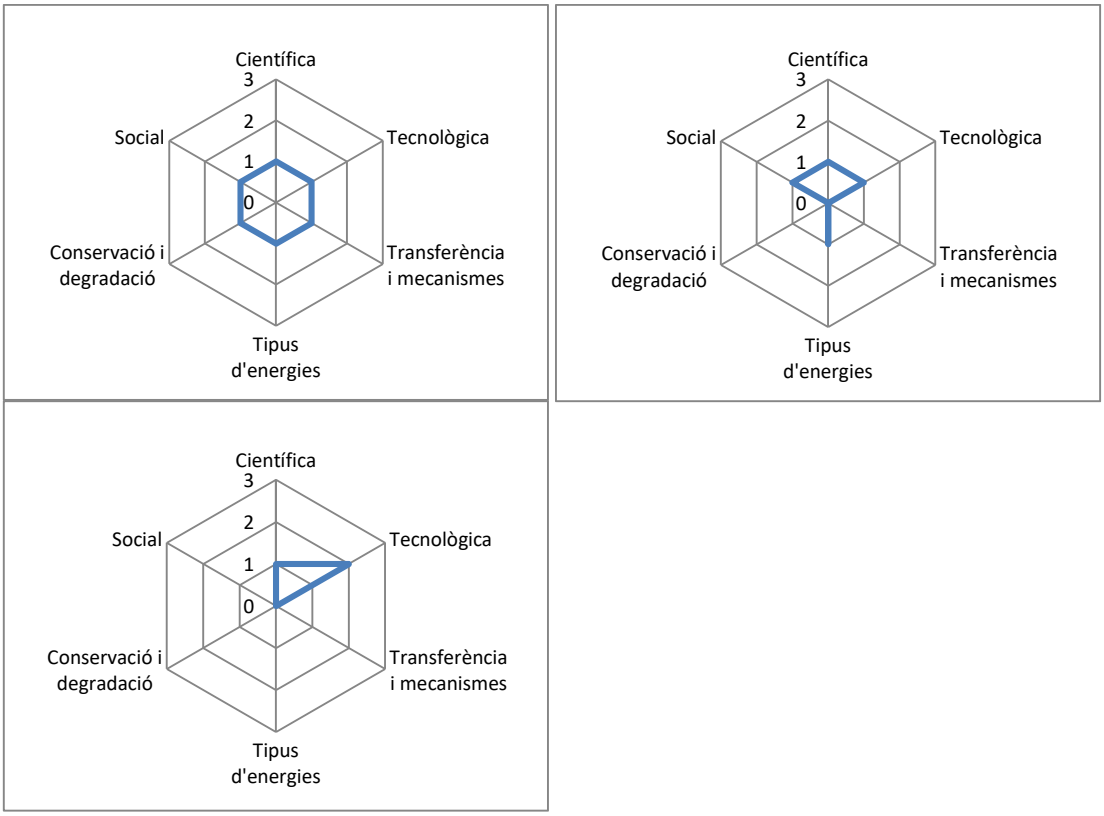


Figura 10: Representacions radials dels 13 recursos que s'inclouen en el patró A.

Un exemple que pugui il·lustrar aquest patró el trobem en el cas del recurs número 16 del llistat de recursos (veure "Annex 2"):

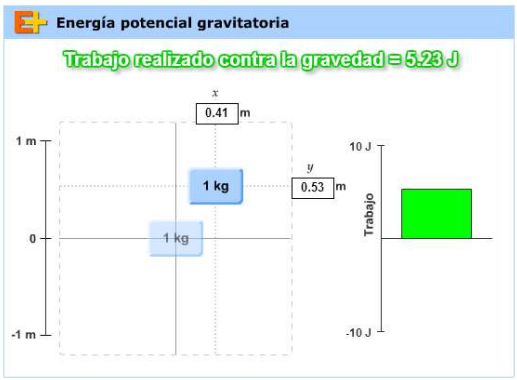


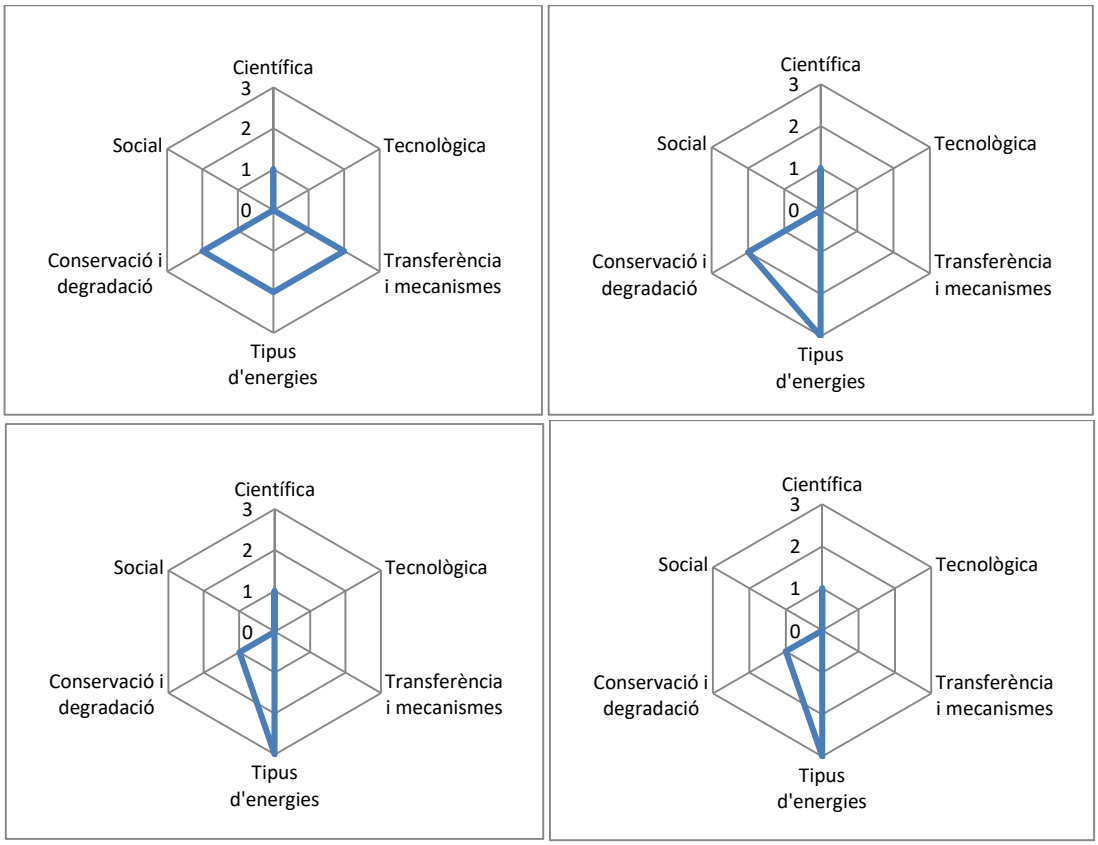
Figura 11: Exemple de recurs inclòs en el patró A.

En aquest recurs, s'observa una simulació en la qual es pot anar movent el bloc d'1kg des la seva posició inicial (0,0) i observar el treball que s'ha realitzat contra la força de la gravetat entre el bloc i la Terra. En aquest cas, aquesta simulació no permet canviar els valors de variables com podria ser la massa del bloc, i que permeti a l'alumnat ser ell qui investigui el fenomen i n'extregui conclusions (*nivell 1 en la dimensió científica*). A més, la visió energètica que aporta no deixa de ser una altra que la de dir que per tal d'elevar un cos a una certa alçada cal realitzar un

treball en contra de la gravetat, mentre que al disminuir aquesta alçada la Terra fa treball sobre nosaltres. Aquesta és una idea interessant des del punt de vista de qui exerceix treball sobre qui en una variació d'alçada d'un cos, però no aprofundeix en la idea de què és el treball, de la transferència d'energia ni, tampoc, fa menció a la calor com un altre mecanisme a través del qual es pot transferir l'energia (*nivell 1 en la dimensió de transferència i mecanismes de transferència*).

b) <u>Patró B: Recursos centrats en el valor de les idees sobre el model:</u>
Dintre d'aquest patró es troben tot el conjunt de recursos educatius que presenten un enfocament científic dintre de la perspectiva CTS competencialment baix, és a dir, que no acaba d'estar enfocat a promoure activitats on aplicar de forma competencial els coneixements científics. Alhora, no es tracten (excepte en un dels casos) ni les dimensió tecnològica ni social. No obstant això, aquests són recursos amb un bon nivell de sofisticació (nivell mitjà-alt) en com a mínim una de les idees del model. En concret, tendeixen a tenir un alt nivell en relació a la idea de tipus d'energia.

En aquest patró s'han identificat un total de 6 dels 41 recursos (15%) i les seves representacions radials característiques són les següents:



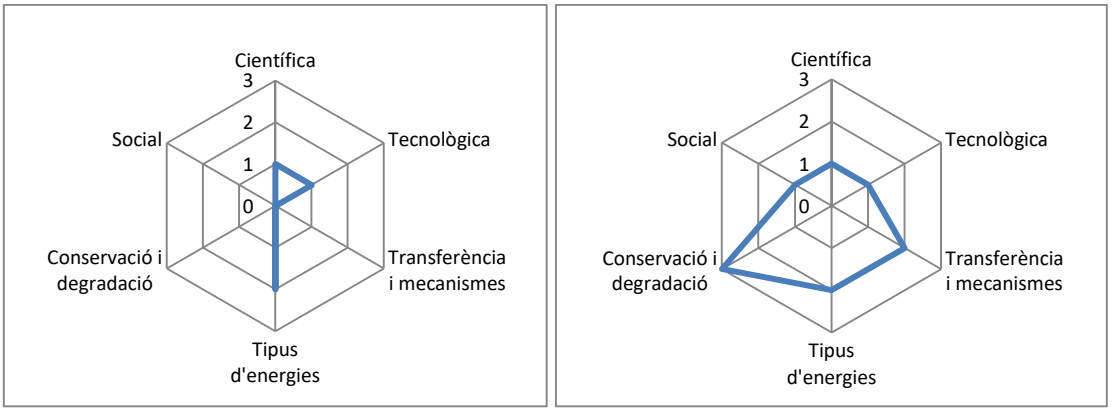


Figura 12: Representacions radials dels 6 recursos que s'inclouen en el patró B.

A mode d'exemple s'ha triat el recurs número 12 del llistat per tal de mostrar en què consisteix aquest patró (veure "Annex 2"):

Energía cinética o de movimiento

La energía cinética es un concepto fundamental de la Física que aparece tanto en la mecánica clásica como en la mecánica relativista y la mecánica cuántica. La energía cinética es una magnitud escalar asociada al movimiento de cada una de las partículas de un sistema. Para un cuerpo puntual de masa m que se desplaza a una velocidad v la energía cinética viene dada por la expresión:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Esta magnitud es extensiva por lo que la energía de un sistema puede expresarse como la suma de las energías de las partes. Así, por ejemplo, puesto que los cuerpos están formados por partículas, se puede conocer su energía sumando las energías individuales de cada partícula del cuerpo.

Energía potencial o de posición

La energía potencial o de posición es aquella que se le puede asociar a un cuerpo o sistema conservativo en virtud de su posición o de su configuración. La energía potencial puede definirse solamente cuando existe un campo de fuerzas conservativo, es decir, que cumpla con alguna de las siguientes propiedades:

- El trabajo realizado por la fuerza entre dos puntos es independiente del camino recorrido. Por lo tanto, solo depende de la posición final e inicial.
- El trabajo realizado por la fuerza para cualquier camino cerrado es nulo.
- Existe una función de la que se puede derivar la fuerza, llamada energía potencial. La variación de esta función en la posición final respecto de la inicial es igual a menos el trabajo realizado por la fuerza entre estas dos posiciones.

Se puede demostrar que todas las propiedades son equivalentes, es decir, que cualquiera de ellas implica la otra.

Conservación de energía

La energía mecánica se conserva cuando todas las fuerzas derivan de un potencial -fuerzas que se denominan conservativas- o bien las fuerzas no conservativas, no realizan trabajo.

Figura 13: Exemple de recurs inclòs en el patró B.

En aquest recurs tan sols es presenta una informació sobre l'energia de la mateixa manera que es podria presentar en un llibre de text: d'una manera clarament transmissiva molt allunyada del que seria una activitat on els alumnes experimentessin i treballessin de manera competencial (*nivell 1 en la dimensió científica*). En canvi, en el recurs s'expressa molt bé la idea de tipus d'energia. És a dir, explica correctament la idea de que només hi ha dos tipus d'energia que són la cinètica i la potencial i les explica d'una manera molt acurada (*nivell 3 en la dimensió tipus d'energia*). A més, també expressa la idea de conservació de l'energia i menciona que això només passa quan les forces són conservatives o no són conservatives però no realitzen treball, malgrat no s'acaba de mencionar ni aprofundir en la idea de degradació (*nivell 2 en la dimensió conservació i degradació*).

c) <u>Patró C: Recursos centrats en la competencialitat en ciència i tecnologia:</u>
Dintre d'aquest patró es troben tot un conjunt de recursos educatius que treballen fortament la competència científica i tecnològica a través d'activitats que

persegueixen la indagació científica i, que ho combinen amb la construcció, disseny i/o optimització d'algun enginy tecnològic. Tot i això, posen molt poca atenció en les idees del model científic escolar d'energia, ja sigui perquè no es mencionen o es mencionen però vagament i sense aprofundir-ne suficientment.

En aquest patró s'han identificat un total de 3 dels 41 recursos (7%) i les seves representacions radials característiques són les següents:

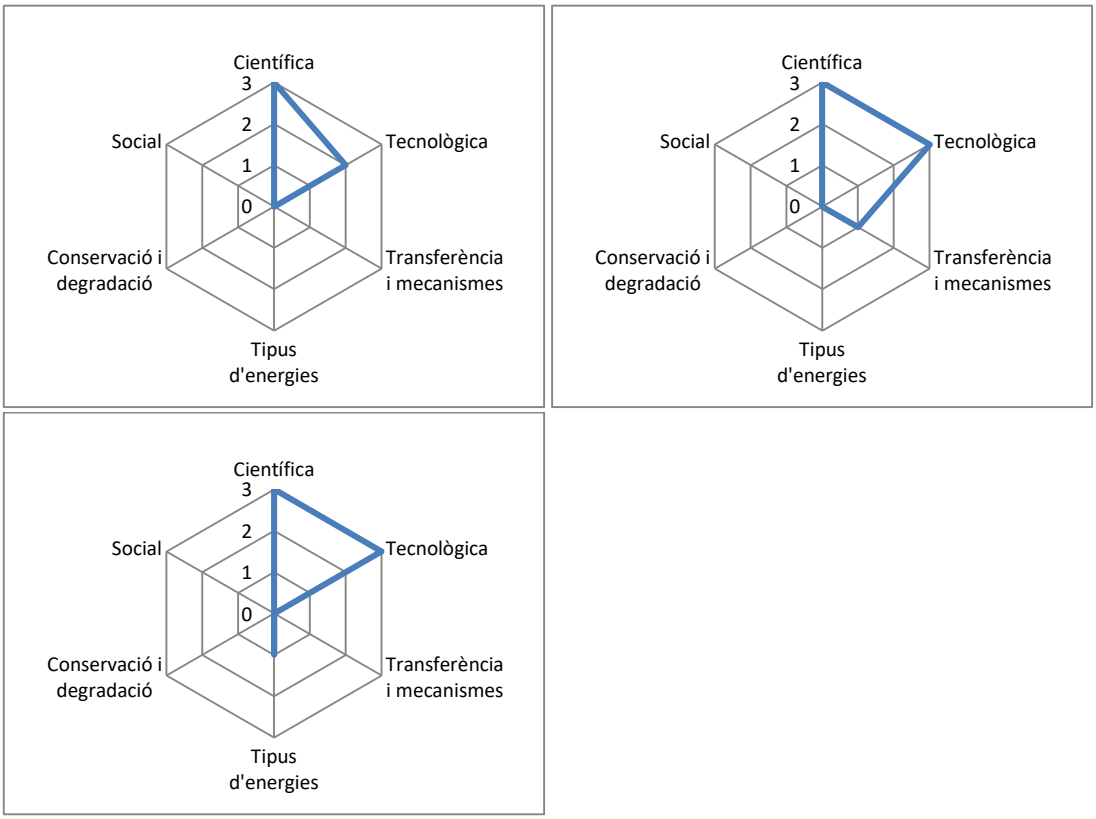


Figura 14: Representacions radials dels 3 recursos que s'inclouen en el patró C.

Per tal d'exemplificar aquest patró en un recurs concret, a continuació es mostra una captura de pantalla del recurs número 37 del llistat (veure "Annex 2"):

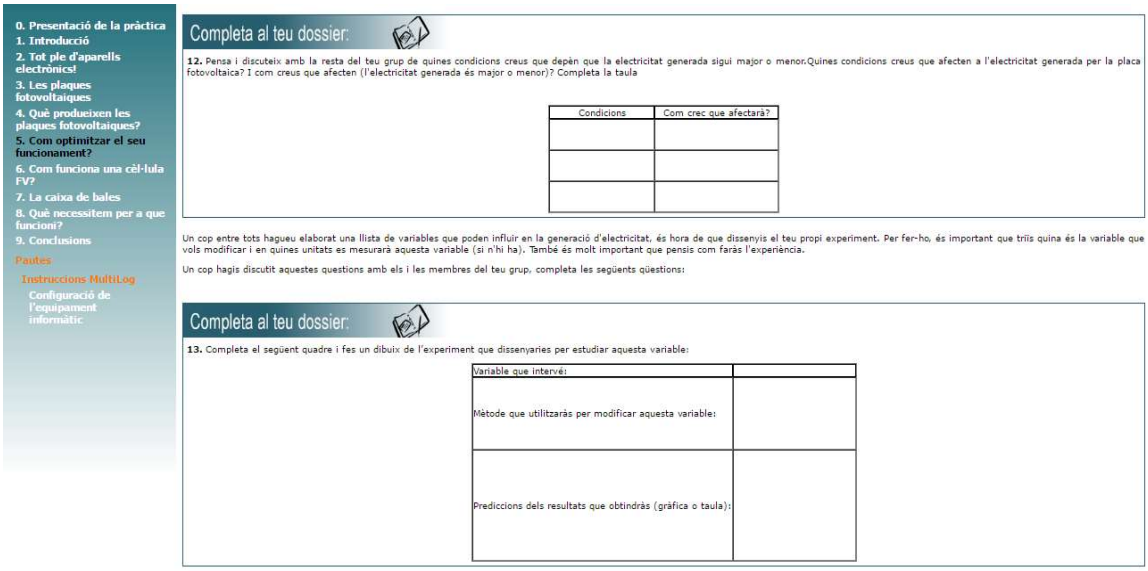


Figura 15: Exemple de recurs inclòs en el patró C.

En aquesta captura de pantalla del recurs, es pot apreciar un alt nivell de competencialitat en la dimensió tecnològica ja que es demana a l'alumnat que pensi i discuteixi en grup quines condicions creuen que afectaran a la generació d'electricitat, ja que l'objectiu de l'apartat és la optimització del funcionament de les plaques fotovoltaiques per produir el màxim d'electricitat possible (*nivell 3 en la dimensió tecnològica*). A més, en la qüestió 13 es pregunta a l'alumnat que dissenyi l'experiment que utilitzaria per estudiar la variable que creuen que afecta a la generació d'electricitat i que facin una predicció dels resultats que obtindrà, tot fomentant l'autonomia de l'alumnat a través d'activitats experimentals i d'una forma molt competencial (*nivell 3 en la dimensió científica*). Per contra, no es mencionen les idees del model científic escolar d'energia, excepte pel cas de la idea de transferència i mecanisme de transferència, malgrat aquesta no es treballa en profunditat al llarg de la sessió.

d) <u>Patró D: Recursos d'alt valor didàctic només en ciència:</u>

Dintre d'aquest patró es troben tot el conjunt de recursos educatius que presenten un enfocament científic dintre de la perspectiva CTS considerat com a competencialment alt, és a dir, que s'apropen a activitats autèntiques que capaciten a l'alumnat en l'àmbit científic. I, alhora, també ho fan amb un alt nivell de sofisticació en com a mínim una de les idees del model, principalment en la idea de conservació i degradació de l'energia, tot i que en general sol ser en més d'una (o fins i tot, en les tres). No obstant això, en aquest patró no s'inclouen recursos que treballen o que ho fan amb un mitjà-alt nivell competencial els enfocaments tecnològic i social. És a dir, es tracta de recursos molt disciplinars que només se centren en l'enfocament científic de la perspectiva CTS, però que treballen amb alt

nivell competencial les ciències i amb alta sofisticació les idees imprescindibles sobre l'energia.

En aquest patró s'han identificat un total de 3 dels 41 recursos (7%) i les seves representacions radials característiques són les següents:

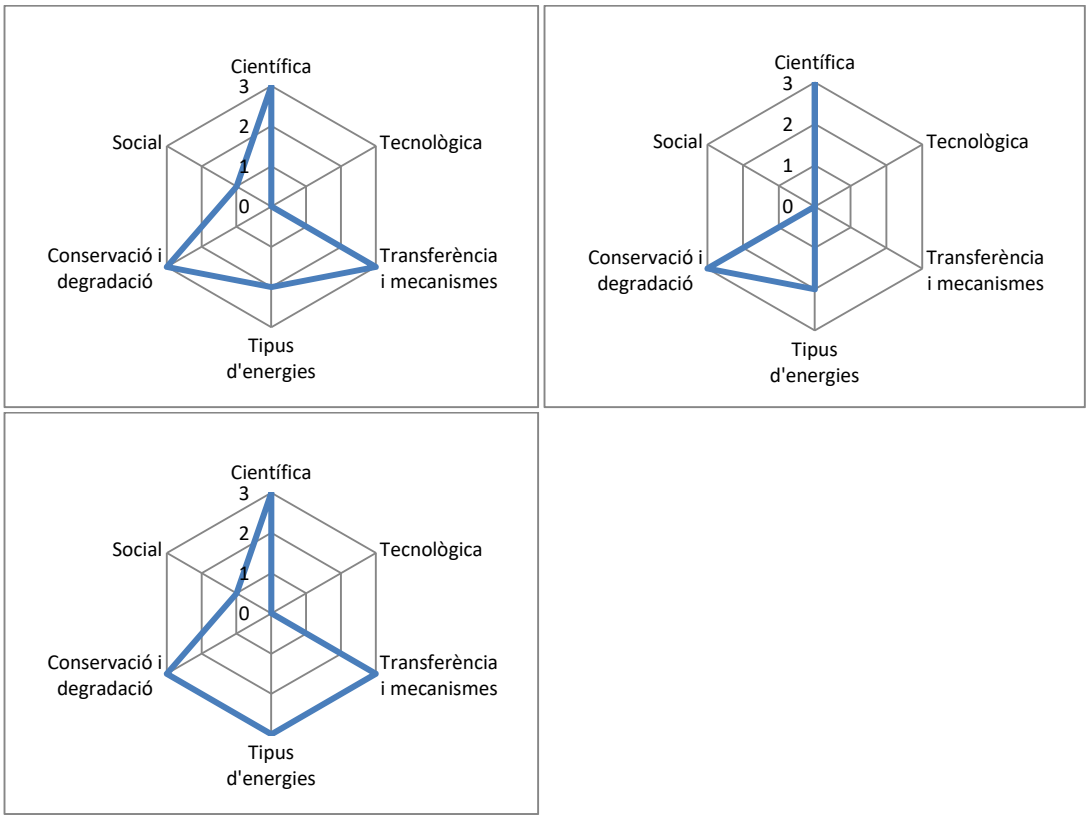


Figura 16: Representacions radials dels 3 recursos que s'inclouen en el patró D.

Un exemple que pot representar fidelment aquest patró es pot trobar en el recurs número 6 del llistat (veure "Annex 2"):

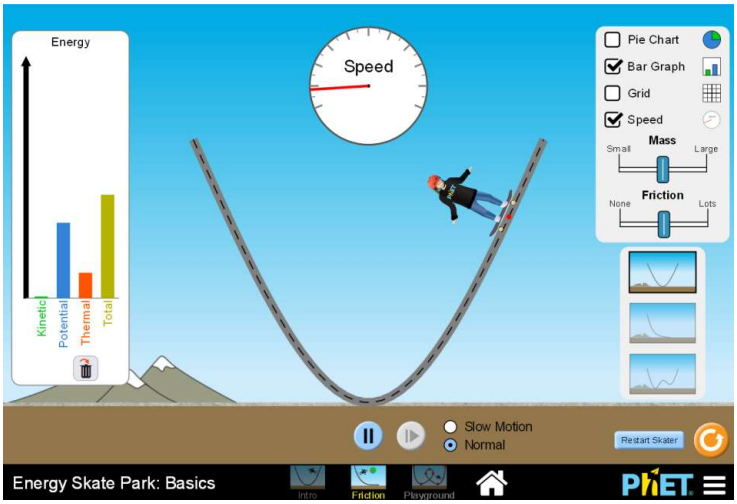
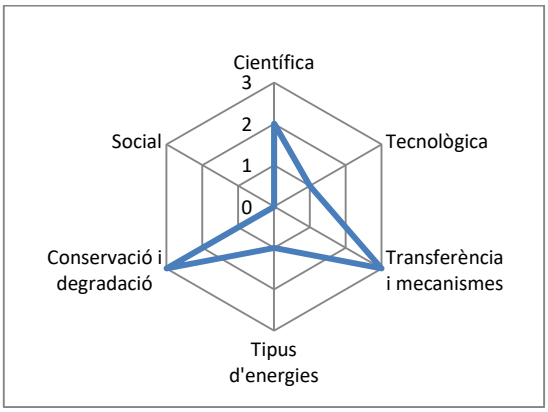


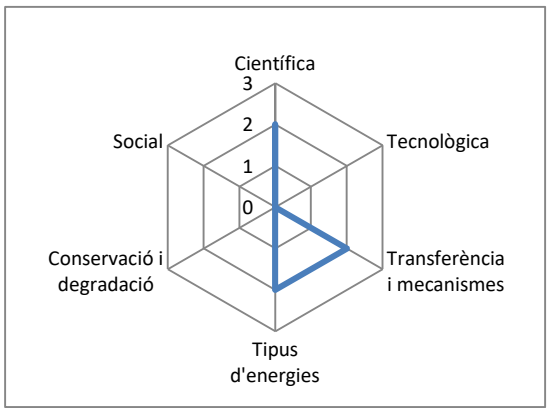
Figura 17: Exemple de recurs inclòs en el patró D.

Aquesta simulació presenta un alt nivell de competencialitat científica ja que dóna a l'alumnat molta llibertat per poder exercir canvis en algunes variables, com la massa del sistema monopatí-persona, la fricció, la forma de la rampa o la posició en la qual es deixa anar a la persona, i observar com aquests afecten al moviment de la persona, a l'energia total i a l'evolució de l'energia en funció del temps (*nivell 3 en la dimensió científica*). A més, quant a les idees sobre el model científic escolar d'energia, el recurs facilita la conceptualització de la conservació de l'energia, és a dir, com l'energia es conserva en un sistema ideal sense fregament i com es degrada en formes no útils ("energia tèrmica") quan hi ha fregament (*nivell 3 en la dimensió conservació i degradació*). En canvi, no parla sobre la transferència i els mecanismes de transferència d'energia (*nivell 0 en la dimensió transferència i mecanismes de transferència*). I sobre els tipus d'energia parla correctament d'energia cinètica i d'energia potencial, però es recorre innecessària i incorrectament a un tercer tipus d'energia, l'energia tèrmica, per referir-se a l'energia que es degrada (*nivell 2 en la dimensió tipus d'energia*).

e) <u>Patró E: Recursos centrats en el valor de les idees sobre el model i mitjà nivell competencial en ciència:</u>
Dintre d'aquest patró es troben tot el conjunt de recursos educatius que en la dimensió científica de la perspectiva CTS presenten un nivell competencial mitjà. Això significa que són recursos que van més enllà de transmetre coneixement científic, però les simulacions, reflexions, activitats pràctiques que es proposen i que poden acompanyar a explicacions purament transmissives no són prou significatives, problematitzants, etc. com per ser considerades de nivell alt. No obstant això, les idees sobre el model que es transmeten tenen un nivell de sofisticació elevat, com a mínim en una de les dimensions, sent les idees de conservació i degradació i de transferència i mecanismes de transferència les més sofisticades.

En aquest patró s'han identificat un total de 4 dels 41 recursos (10%) i les seves representacions radials característiques són les següents:





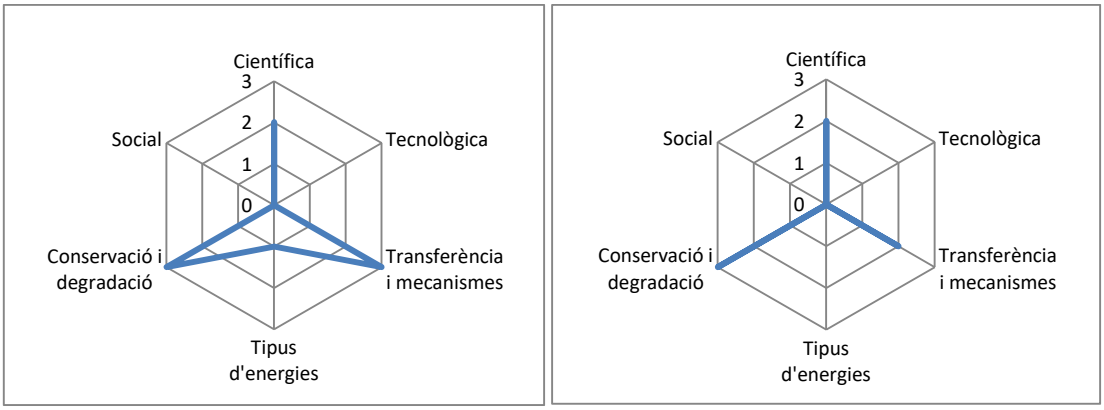
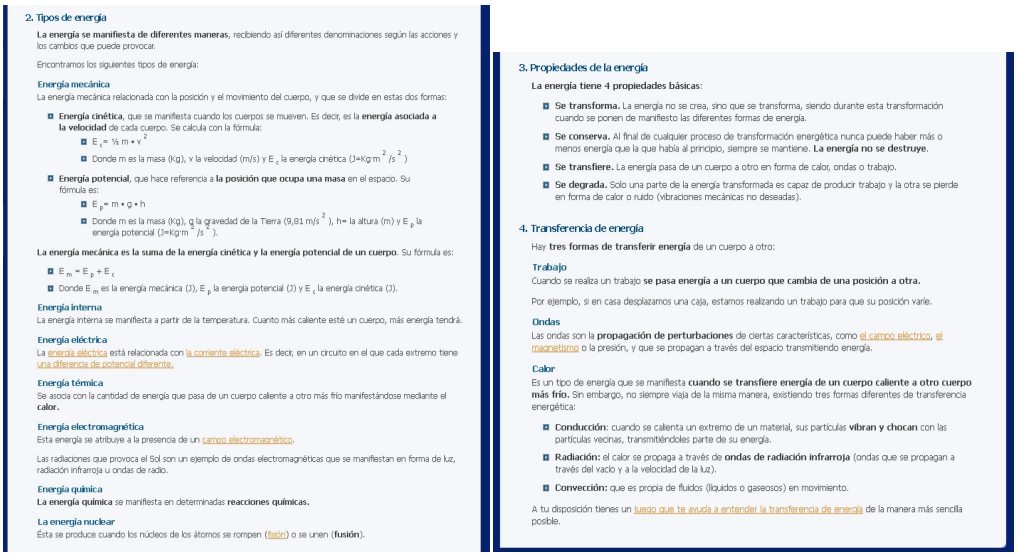


Figura 18: Representacions radials dels 4 recursos que s'inclouen en el patró E.

Per tal de poder servir com a mostra dels tipus de recursos que s'han considerat dintre d'aquest patró, tot seguit es mostra l'exemple del recurs número 3 del llistat (veure "Annex 2"):



2. Tipos de energía

La energía se manifiesta de diferentes maneras, recibiendo así diferentes denominaciones según las acciones y los cambios que puede provocar.

Encontramos los siguientes tipos de energía:

Energía mecánica
La energía mecánica relacionada con la posición y el movimiento del cuerpo, y que se divide en estas dos formas:

- **Energía cinética**, que se manifiesta cuando los cuerpos se mueven. Es decir, es la **energía asociada a la velocidad** de cada cuerpo. Se calcula con la fórmula:
  - $E_c = ½ m \cdot v^2$
  - Donde m es la masa (Kg), v la velocidad (m/s) y E_c la energía cinética (J=Kg·m^2/s^2)
- **Energía potencial**, que hace referencia a **la posición que ocupa una masa** en el espacio. Su fórmula es:
  - $E_p = m \cdot g \cdot h$
  - Donde m es la masa (Kg), g la gravedad de la Tierra (9,81 m/s^2), h= la altura (m) y E_p la energía potencial (J=Kg·m^2/s^2).

La energía mecánica es la suma de la energía cinética y la energía potencial de un cuerpo. Su fórmula es:

- $E_m = E_p + E_c$
- Donde E_m es la energía mecánica (J), E_p la energía potencial (J) y E_c la energía cinética (J).

Energía interna
La energía interna se manifiesta a partir de la temperatura. Cuanto más caliente esté un cuerpo, más energía tendrá.

Energía eléctrica
La energía eléctrica está relacionada con la corriente eléctrica. Es decir, en un circuito en el que cada extremo tiene una diferencia de potencial diferente.

Energía térmica
Se asocia con la cantidad de energía que pasa de un cuerpo caliente a otro más frío manifestándose mediante el **calor.**

Energía electromagnética
Esta energía se atribuye a la presencia de un campo electromagnético.

Las radiaciones que provoca el Sol son un ejemplo de ondas electromagnéticas que se manifiestan en forma de luz, radiación infrarroja u ondas de radio.

Energía química
La energía química se manifiesta en determinadas **reacciones químicas.**

La energía nuclear
Ésta se produce cuando los núcleos de los átomos se rompen (fisión) o se unen (**fusión**).

3. Propiedades de la energía

La energía tiene 4 propiedades básicas:

- **Se transforma.** La energía no se crea, sino que se transforma, siendo durante esta transformación cuando se ponen de manifiesto las diferentes formas de energía.
- **Se conserva.** Al final de cualquier proceso de transformación energética nunca puede haber más o menos energía que la que había al principio, siempre se mantiene. **La energía no se destruye.**
- **Se transfiere.** La energía pasa de un cuerpo a otro en forma de calor, ondas o trabajo.
- **Se degrada.** Solo una parte de la energía transformada es capaz de producir trabajo y la otra se pierde en forma de calor o ruido (vibraciones mecánicas no deseadas).

4. Transferencia de energía

Hay **tres formas de transferir energía** de un cuerpo a otro:

Trabajo
Cuando se realiza un trabajo **se pasa energía a un cuerpo que cambia de una posición a otra.**

Por ejemplo, si en casa desplazamos una caja, estamos realizando un trabajo para que su posición varíe.

Ondas
Las ondas son la **propagación de perturbaciones** de ciertas características, como el campo eléctrico, el magnetismo o la presión, y que se propagan a través del espacio transmitiendo energía.

Calor
Es un tipo de energía que se manifiesta **cuando se transfiere energía de un cuerpo caliente a otro cuerpo más frío.** Sin embargo, no siempre viaja de la misma manera, existiendo tres formas diferentes de transferencia energética:

- **Conducción:** cuando se calienta un extremo de un material, sus partículas **vibran y chocan** con las partículas vecinas, transmitiéndoles parte de su energía.
- **Radiación:** el calor se propaga a través de **ondas de radiación infrarroja** (ondas que se propagan a través del vacío y a la velocidad de la luz).
- **Convección:** que es propia de fluidos (líquidos o gaseosos) en movimiento.

A tu disposición tienes un juego que te ayuda a entender la transferencia de energía de la manera más sencilla posible.

Figura 19: Exemple de recurs inclòs en el patró E.

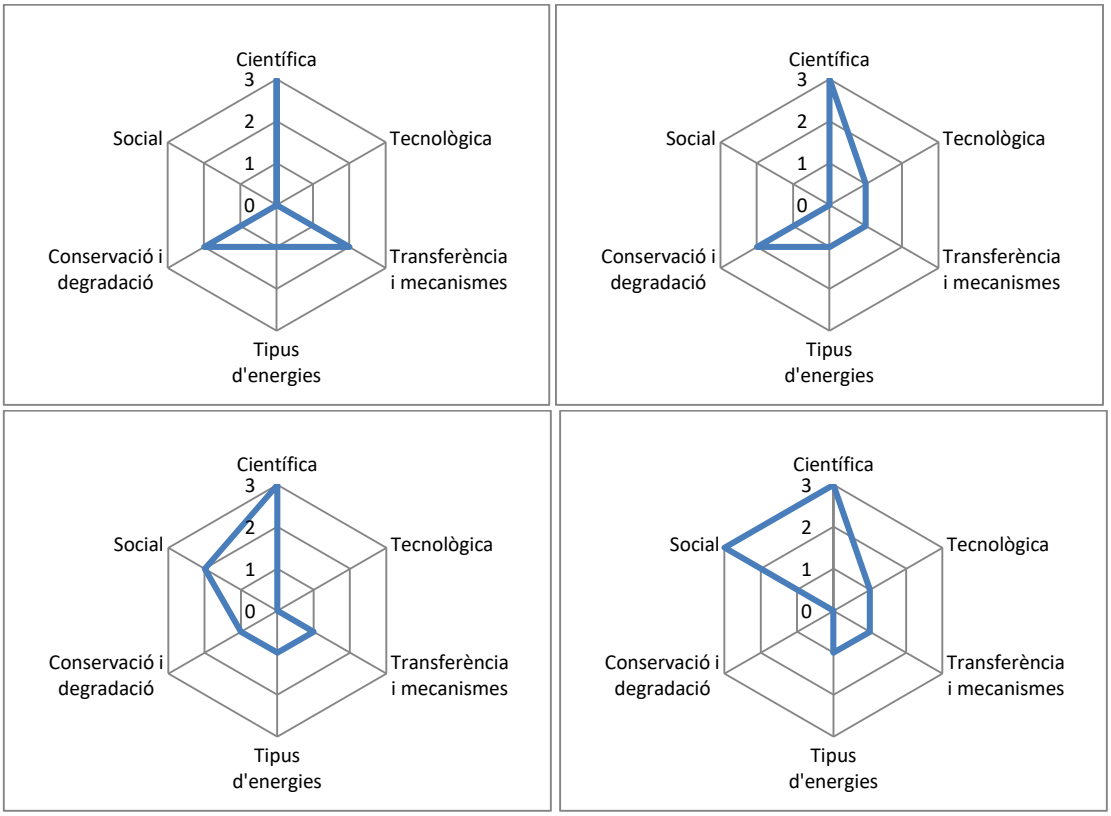
En aquest recurs es pot observar que les idees del model, sobretot la dimensió conservació i degradació i la dimensió transferència i mecanismes de transferència tenen un alt nivell de sofisticació. Quant a la dimensió conservació i degradació es menciona igualment ambdós conceptes, tot i que simplement es mencionin (*nivell 3 en la dimensió conservació i degradació*). Quant a la dimensió de la transferència i mecanismes de transferència s'expliquen correctament tots els mecanismes de transferència: treball i calor (i radiació) (*nivell 3 en la dimensió transferència i mecanismes de transferència*). En canvi, quant a la dimensió de tipus d'energia es fa un llistat de molts tipus o formes d'energia, més enllà de cinètica i potencial (*nivell 1 en la dimensió tipus d'energia*). Per la seva banda, tot i que en les captures de pantalla de dalt no es mostri, aquest recurs combina aquestes explicacions teòriques i de transmissió exclusivament d'informació amb algunes simulacions que intenten

ajudar a les explicacions teòriques però que no resulten altament significatives per a la comprensió del model científic escolar d'energia (*nivell 2 en la dimensió científica*), com es pot veure en la següent figura:

Figura 20: Exemple de simulació del recurs inclòs en el patró E.

f) <u>Patró F: Recursos centrats en la competencialitat en ciència:</u>
Dintre d'aquest patró es troben tot el conjunt de recursos educatius que en la dimensió científica de la perspectiva CTS presenten un alt nivell competencial, el que implica que es tracta de recursos que presenten els continguts científics a través de propostes educatives que cerquen la experimentació, la indagació, etc. en l'àmbit científic. Malgrat això, els conceptes del model científic escolar d'energia que es pretenen treballar, no s'aborden de manera que es corresponguin amb el model més àmpliament acceptat en ciència.

En aquest patró s'han identificat un total de 5 dels 41 recursos totals (12%) i les seves representacions radials característiques es presenten a continuació:



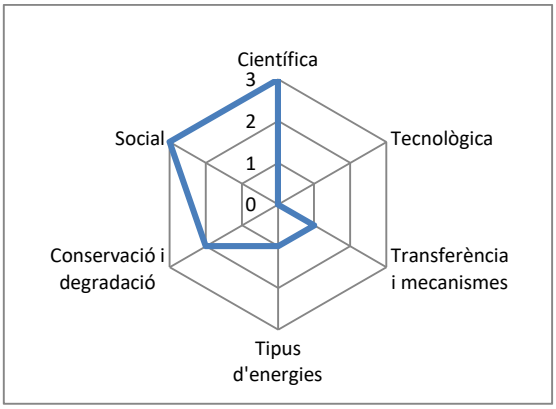
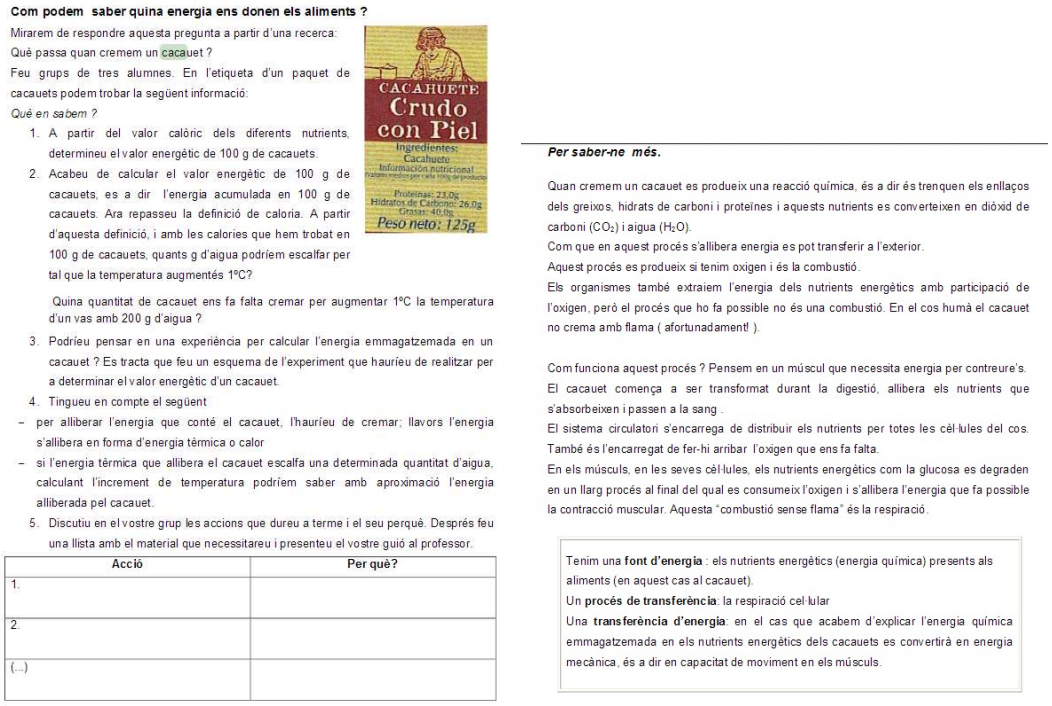


Figura 21: Representacions radials dels 5 recursos que s'inclouen en el patró F.

Com a exemple d'aquest patró s'ha seleccionat el recurs número 21 (veure "Annex 2"):



Com podem saber quina energia ens donen els aliments ?

Mirarem de respondre aquesta pregunta a partir d'una recerca:
Què passa quan cremem un cacauet ?
Feu grups de tres alumnes. En l'etiqueta d'un paquet de cacauets podem trobar la següent informació:
Què en sabem ?

1. A partir del valor calòric dels diferents nutrients, determineu el valor energètic de 100 g de cacauets.
2. Acabeu de calcular el valor energètic de 100 g de cacauets, es a dir l'energia acumulada en 100 g de cacauets. Ara repasseu la definició de caloria. A partir d'aquesta definició, i amb les calories que hem trobat en 100 g de cacauets, quants g d'aigua podríem escalfar per tal que la temperatura augmentés 1ºC?

Quina quantitat de cacauet ens fa falta cremar per augmentar 1ºC la temperatura d'un vas amb 200 g d'aigua ?

3. Podríeu pensar en una experiència per calcular l'energia emmagatzemada en un cacauet ? Es tracta que feu un esquema de l'experiment que hauríeu de realitzar per a determinar el valor energètic d'un cacauet.
4. Tingueu en compte el següent
   - per alliberar l'energia que conté el cacauet, l'hauríeu de cremar; llavors l'energia s'allibera en forma d'energia tèrmica o calor
   - si l'energia tèrmica que allibera el cacauet escalfa una determinada quantitat d'aigua, calculant l'increment de temperatura podríem saber amb aproximació l'energia alliberada pel cacauet.
5. Discutiu en el vostre grup les accions que dureu a terme i el seu perquè. Després feu una llista amb el material que necessitareu i presenteu el vostre guió al professor.

Acció	Per què?
1.	
2.	
(...)	

Per saber-ne més.

Quan cremem un cacauet es produeix una reacció química, és a dir és trenquen els enllaços dels greixos, hidrats de carboni i proteïnes i aquests nutrients es converteixen en dióxid de carboni (CO_2) i aigua (H_2O).
Com que en aquest procés s'allibera energia es pot transferir a l'exterior.
Aquest procés es produeix si tenim oxigen i és la combustió.
Els organismes també extraiem l'energia dels nutrients energètics amb participació de l'oxigen, però el procés que ho fa possible no és una combustió. En el cos humà el cacauet no crema amb flama (afortunadament!).

Com funciona aquest procés ? Pensem en un múscul que necessita energia per contreure's.
El cacauet comença a ser transformat durant la digestió, allibera els nutrients que s'absorbeixen i passen a la sang .
El sistema circulatori s'encarrega de distribuir els nutrients per totes les cèl·lules del cos.
També és l'encarregat de fer-hi arribar l'oxigen que ens fa falta.
En els músculs, en les seves cèl·lules, els nutrients energètics com la glucosa es degraden en un llarg procés al final del qual es consumeix l'oxigen i s'allibera l'energia que fa possible la contracció muscular. Aquesta "combustió sense flama" és la respiració.

Tenim una **font d'energia** : els nutrients energètics (energia química) presents als aliments (en aquest cas al cacauet).
Un **procés de transferència**: la respiració cel·lular
Una **transferència d'energia**: en el cas que acabem d'explicar l'energia química emmagatzemada en els nutrients energètics dels cacauets es convertirà en energia mecànica, és a dir en capacitat de moviment en els músculs.

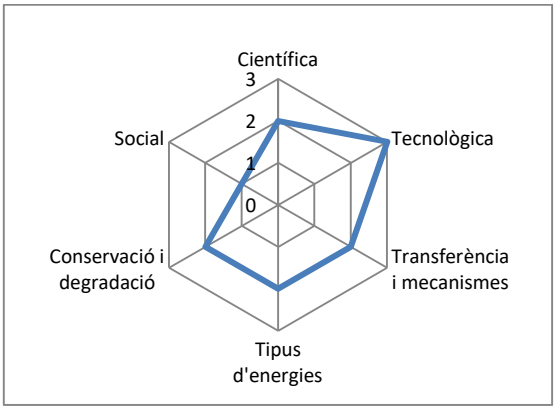
Figura 22: Exemple de recurs inclòs en el patró F.

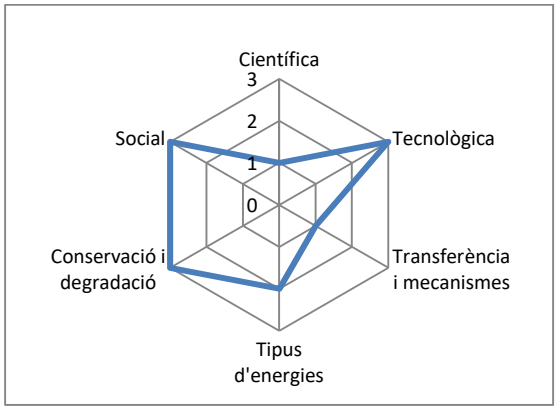
En aquest exemple es pot comprovar com es treballa la dimensió científica a través d'una activitat pràctica en la que es proposa als alumnes que dissenyin el seu propi experiment per tal d'identificar l'energia que ens donen els aliments, en concret, els cacauets, i, més endavant, el duen a terme i intenten donar resposta a la pregunta, seguint el procés habitual d'una mini-investigació científica (*nivell 3 en la dimensió científica*). Tot i això, tal i com es pot visualitzar en les captures de pantalla, les idees del model no es treballen correctament. Per exemple, sobre la dimensió tipus d'energia en la imatge de la dreta de la Figura 22 s'observa que es confonen els termes energia tèrmica i calor: "*per alliberar l'energia que conté el cacauet,*

l'hauríeu de cremar; llavors l'energia s'allibera en forma d'energia tèrmica o calor". O en la imatge de l'esquerra s'observen altres errors conceptuals greus: "*l'energia química emmagatzemada en els nutrients energètics dels cacauets es convertirà en energia mecànica, és a dir en capacitat de moviment en els músculs*". Expressions que porten a l'alumnat a la conclusió que hi ha moltes formes d'energia com més endavant en el recurs es detallen: energia calorífica o tèrmica, energia mecànica, energia química, energia elèctrica i energia radiant (*nivell 1 en la dimensió de tipus d'energia*). A més, en el recurs també s'aborden les dimensions de conservació i degradació i de transferència i mecanismes de transferència de manera similar. En la dimensió de conservació i degradació, només es parla de degradació de l'energia però no de conservació (*nivell 1 en la dimensió conservació i degradació*), mentre que en la de transferència i mecanismes de transferència no s'identifica la calor i el treball com a mecanismes sinó com a formes d'energia (*nivell 1 en la dimensió transferència i mecanismes de transferència*).

g) <u>Patró G: Recursos centrats en la competencialitat en tecnologia i/o socials amb alt valor de les idees:</u>
Dintre d'aquest patró es troben tot el conjunt de recursos educatius que, a diferència dels patrons anteriors, presenten un alt nivell en competències en la dimensió tecnològica i/o social, però no tant en la dimensió científica. Això vol dir que es tracta de recursos en què es proposa a l'alumnat el disseny o la construcció d'algun enginy tecnològic i/o la proposta d'alguna actuació de l'alumnat entorn a un tema socialment rellevant relacionat amb l'energia. A més, en aquest patró també s'identifiquen recursos que conjuntament amb el que s'ha dit anteriorment presenta un nivell de sofisticació entre mitjà i alt en algunes idees sobre el model (com a mínim en dues de les tres dimensions), és a dir, són o s'apropen molt al model científic escolar d'energia que es pretén construir.

En aquest patró s'han identificat un total de 3 dels 41 recursos totals (7%) i les seves representacions radials característiques es presenten a continuació:





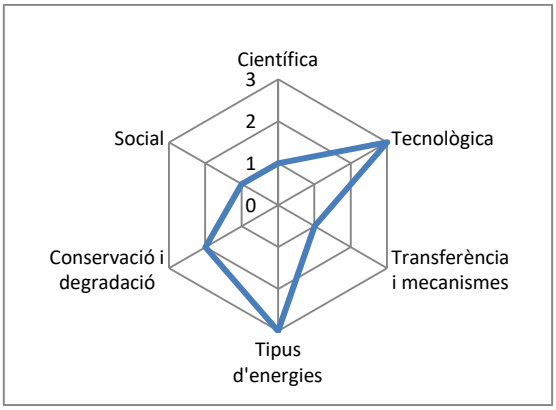
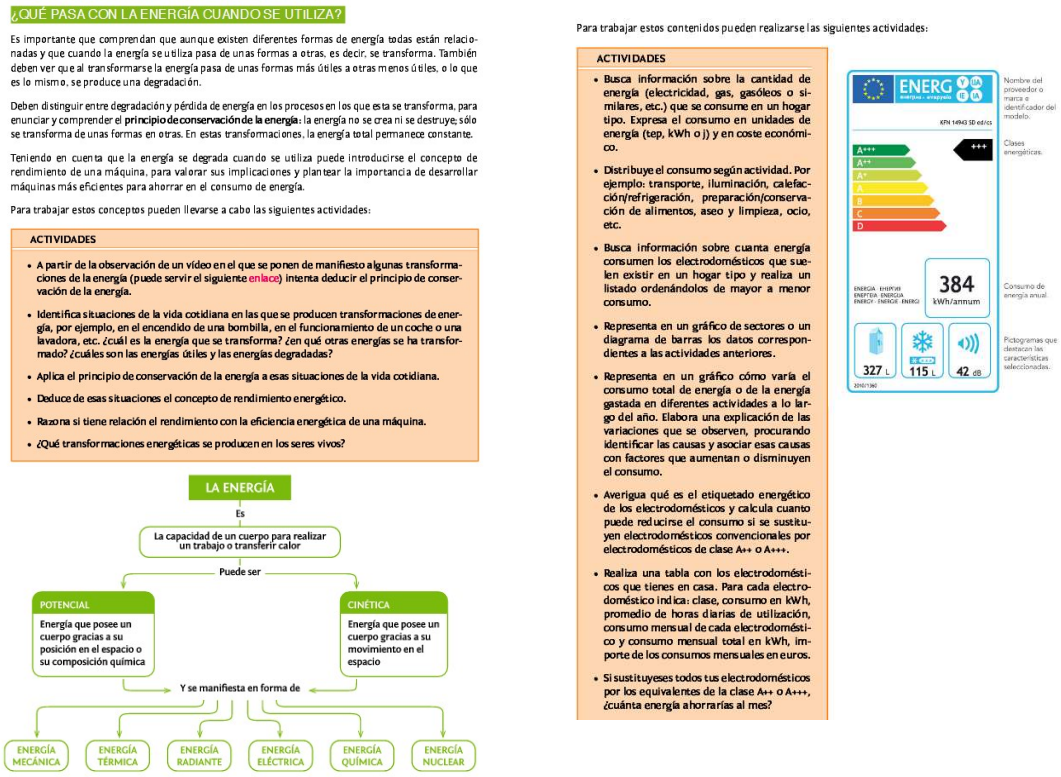


Figura 23: Representacions radials dels 3 recursos que s'inclouen en el patró G.

A mode d'exemple s'ha triat el recurs número 13 del llistat de recursos per tal de mostrar algunes de les característiques generals d'aquest patró (veure "Annex 2"):



¿QUÉ PASA CON LA ENERGÍA CUANDO SE UTILIZA?

Es importante que comprendan que aunque existen diferentes formas de energía todas están relacionadas y que cuando la energía se utiliza pasa de unas formas a otras, es decir, se transforma. También deben ver que al transformarse la energía pasa de unas formas más útiles a otras menos útiles, o lo que es lo mismo, se produce una degradación.

Deben distinguir entre degradación y pérdida de energía en los procesos en los que esta se transforma, para enunciar y comprender el **principio de conservación de la energía**: la energía no se crea ni se destruye; sólo se transforma de unas formas en otras. En estas transformaciones, la energía total permanece constante.

Teniendo en cuenta que la energía se degrada cuando se utiliza puede introducirse el concepto de rendimiento de una máquina, para valorar sus implicaciones y plantear la importancia de desarrollar máquinas más eficientes para ahorrar en el consumo de energía.

Para trabajar estos conceptos pueden llevarse a cabo las siguientes actividades:

ACTIVIDADES

- A partir de la observación de un vídeo en el que se ponen de manifiesto algunas transformaciones de la energía (puede servir el siguiente enlace) intenta deducir el principio de conservación de la energía.
- Identifica situaciones de la vida cotidiana en las que se producen transformaciones de energía, por ejemplo, en el encendido de una bombilla, en el funcionamiento de un coche o una lavadora, etc. ¿cuál es la energía que se transforma? ¿en qué otras energías se ha transformado? ¿cuáles son las energías útiles y las energías degradadas?
- Aplica el principio de conservación de la energía a esas situaciones de la vida cotidiana.
- Deduce de esas situaciones el concepto de rendimiento energético.
- Razona si tiene relación el rendimiento con la eficiencia energética de una máquina.
- ¿Qué transformaciones energéticas se producen en los seres vivos?

LA ENERGÍA
Es
La capacidad de un cuerpo para realizar un trabajo o transferir calor
Puede ser
POTENCIAL: Energía que posee un cuerpo gracias a su posición en el espacio o su composición química
CINÉTICA: Energía que posee un cuerpo gracias a su movimiento en el espacio
Y se manifiesta en forma de
ENERGÍA MECÁNICA · ENERGÍA TÉRMICA · ENERGÍA RADIANTE · ENERGÍA ELÉCTRICA · ENERGÍA QUÍMICA · ENERGÍA NUCLEAR

Para trabajar estos contenidos pueden realizarse las siguientes actividades:

ACTIVIDADES

- Busca información sobre la cantidad de energía (electricidad, gas, gasóleos o similares, etc.) que se consume en un hogar tipo. Expresa el consumo en unidades de energía (tep, kWh o j) y en coste económico.
- Distribuye el consumo según actividad. Por ejemplo: transporte, iluminación, calefacción/refrigeración, preparación/conservación de alimentos, aseo y limpieza, ocio, etc.
- Busca información sobre cuanta energía consumen los electrodomésticos que suelen existir en un hogar tipo y realiza un listado ordenándolos de mayor a menor consumo.
- Representa en un gráfico de sectores o un diagrama de barras los datos correspondientes a las actividades anteriores.
- Representa en un gráfico cómo varía el consumo total de energía o de la energía gastada en diferentes actividades a lo largo del año. Elabora una explicación de las variaciones que se observen, procurando identificar las causas y asociar esas causas con factores que aumentan o disminuyen el consumo.
- Averigua qué es el etiquetado energético de los electrodomésticos y calcula cuanto puede reducirse el consumo si se sustituyen electrodomésticos convencionales por electrodomésticos de clase A++ o A+++.
- Realiza una tabla con los electrodomésticos que tienes en casa. Para cada electrodoméstico indica: clase, consumo en kWh, promedio de horas diarias de utilización, consumo mensual de cada electrodoméstico y consumo mensual total en kWh, importe de los consumos mensuales en euros.
- Si sustituyeses todos tus electrodomésticos por los equivalentes de la clase A++ o A+++, ¿cuánta energía ahorrarías al mes?

Figura 24: Exemple de recurs inclòs en el patró G.

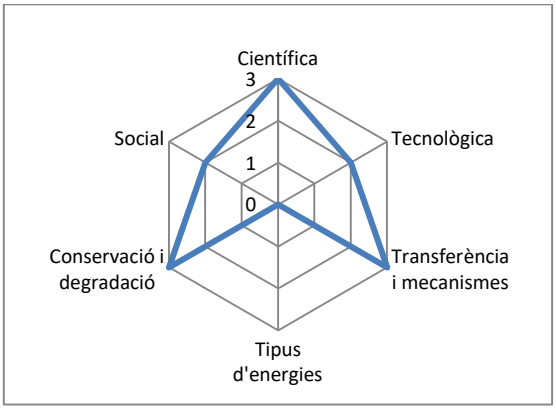
En aquesta mostra del recurs seleccionat es pot observar un alt nivell de competencialitat en la dimensió social ja que, com es pot veure en la imatge de la dreta, no es queda en simples consells sobre estalvi energètic sinó que busca que l'alumnat cerqui informació sobre les etiquetes energètiques, que identifiqui els electrodomèstics que tenen a casa i els pregunta quanta energia estalviarien si substituís tots els electrodomèstics pels equivalents de la classe A++ i A+++. És a dir, busca la conscienciació de l'alumnat a partir de la cerca d'informació i la proposta d'una actuació (*nivell 3 en la dimensió social*). Per la seva banda, si ens

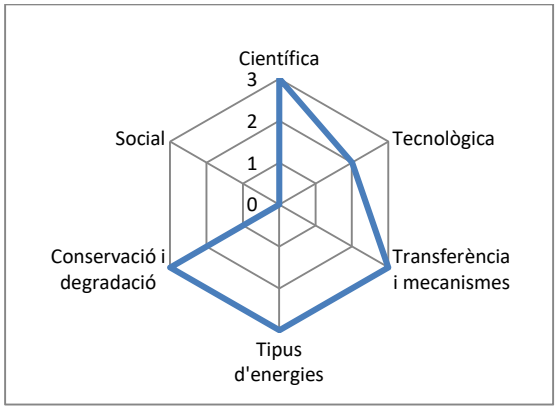
fixem en les imatges de l'esquerra, es parla correctament de que només existeixen dos tipus d'energia (cinètica i potencial) però també en menciona tot un seguit de formes d'energia (mecànica, tèrmica, radiant, elèctrica, química i nuclear) que s'engloben dintre de l'energia cinètica i l'energia potencial (*nivell 2 en la dimensió tipus d'energia*). Tanmateix, es presenta la idea de conservació i de degradació molt lligades entre elles i donant-los la mateixa importància (*nivell 3 en la dimensió de conservació i degradació*). En aquest mateix recurs, tot i que no s'observi en la imatge també es treballa fortament la dimensió tecnològica a través de la explicació dels diversos tipus de centrals, preguntes sobre el funcionament de les centrals i la proposa construir una caldera solar amb materials senzills, entre altres (*nivell 3 en la dimensió tecnològica*). Mentrestant, la dimensió científica i la idea de transferència i mecanismes de transferència es treballen a un nivell baix (*nivell 1 en la dimensió de transferència i mecanismes de transferència*).

h) Patró H: Recursos d'alt valor didàctic i interdisciplinaris:

Dintre d'aquest patró es troben tot el conjunt de recursos educatius que presenten un alt nivell en competències en la dimensió científica, acompanyat d'un nivell en competències mitjà-alt per, com a mínim, una altra de les dimensions de la perspectiva CTS: la tecnològica i/o la social. A més, en aquest patró les idees científiques que s'hi treballen es fa amb un nivell de sofisticació alt en la dimensió de conservació i degradació de l'energia i mitjà-alt en com a mínim una de les dues dimensions restants, sent la idea de transferència i mecanismes de transferència la segona més ben treballada.

En aquest patró s'han identificat un total de 4 dels 41 recursos totals (10%) i les seves representacions radials característiques es presenten a continuació:





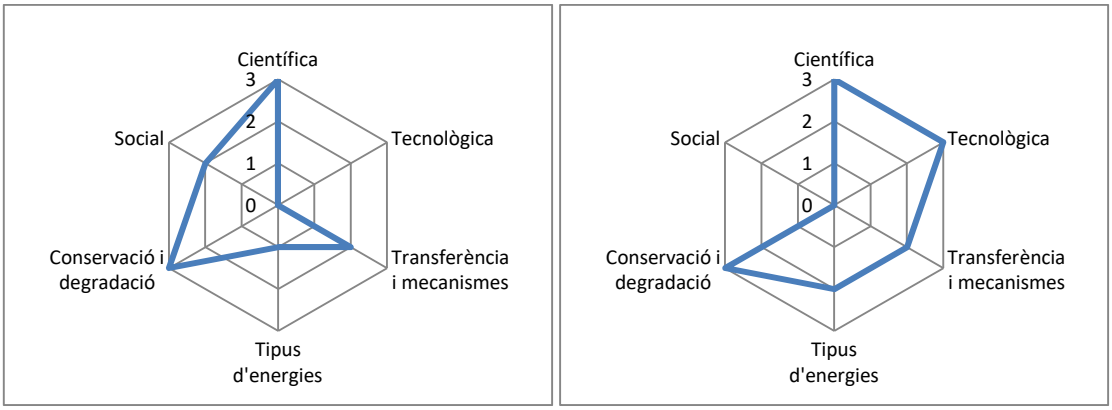
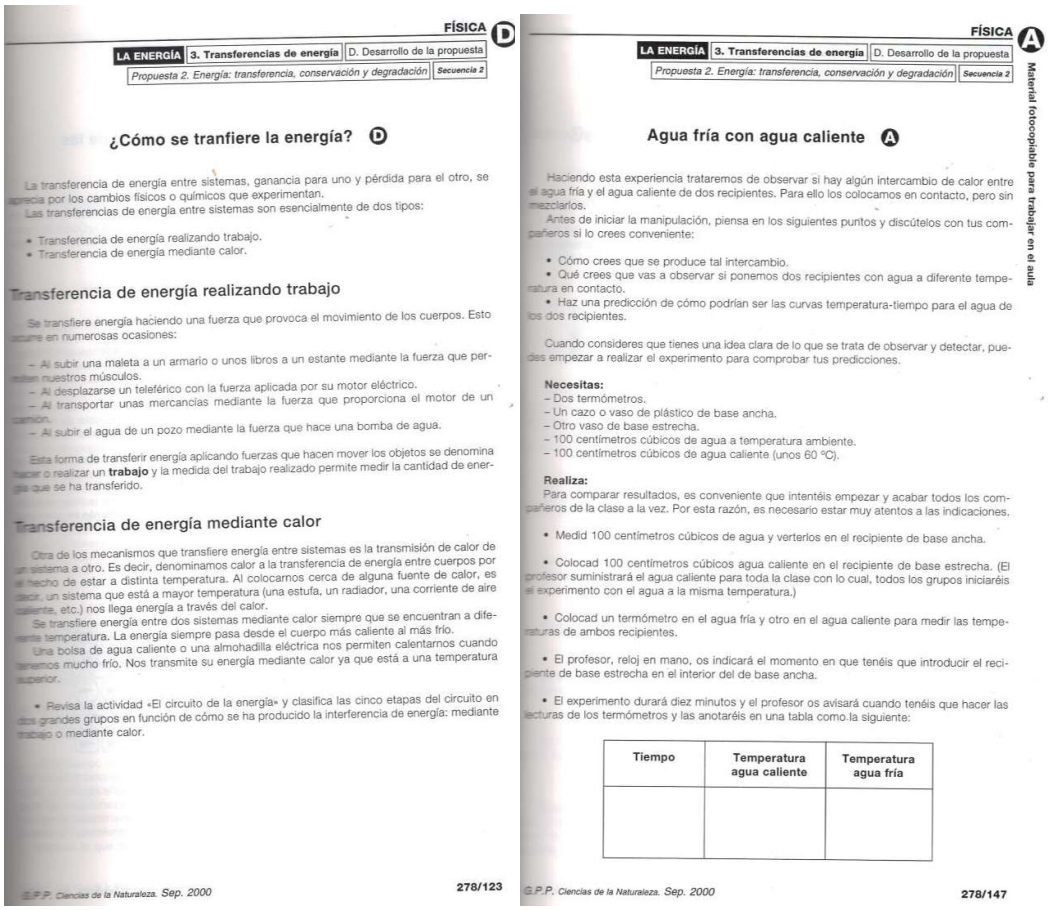


Figura 25: Representacions radials dels 4 recursos que s'inclouen en el patró H.

Com a exemple es mostra dues pàgines del recurs número 36 del llistat de recursos (veure "Annex 2"):



FÍSICA D

LA ENERGÍA | 3. Transferencias de energía | D. Desarrollo de la propuesta

Propuesta 2. Energía: transferencia, conservación y degradación | Secuencia 2

¿Cómo se tranfiere la energía? D

La transferencia de energía entre sistemas, ganancia para uno y pérdida para el otro, se aprecia por los cambios físicos o químicos que experimentan.
Las transferencias de energía entre sistemas son esencialmente de dos tipos:

- Transferencia de energía realizando trabajo.
- Transferencia de energía mediante calor.

Transferencia de energía realizando trabajo

Se transfiere energía haciendo una fuerza que provoca el movimiento de los cuerpos. Esto ocurre en numerosas ocasiones:

– Al subir una maleta a un armario o unos libros a un estante mediante la fuerza que permiten nuestros músculos.
– Al desplazarse un teleférico con la fuerza aplicada por su motor eléctrico.
– Al transportar unas mercancías mediante la fuerza que proporciona el motor de un camión.
– Al subir el agua de un pozo mediante la fuerza que hace una bomba de agua.

Esta forma de transferir energía aplicando fuerzas que hacen mover los objetos se denomina hacer o realizar un **trabajo** y la medida del trabajo realizado permite medir la cantidad de energía que se ha transferido.

Transferencia de energía mediante calor

Otra de los mecanismos que transfiere energía entre sistemas es la transmisión de calor de un sistema a otro. Es decir, denominamos calor a la transferencia de energía entre cuerpos por el hecho de estar a distinta temperatura. Al colocarnos cerca de alguna fuente de calor, es decir, un sistema que está a mayor temperatura (una estufa, un radiador, una corriente de aire caliente, etc.) nos llega energía a través del calor.
Se transfiere energía entre dos sistemas mediante calor siempre que se encuentran a diferente temperatura. La energía siempre pasa desde el cuerpo más caliente al más frío.
Una bolsa de agua caliente o una almohadilla eléctrica nos permiten calentarnos cuando tenemos mucho frío. Nos transmite su energía mediante calor ya que está a una temperatura superior.

- Revisa la actividad «El circuito de la energía» y clasifica las cinco etapas del circuito en dos grandes grupos en función de cómo se ha producido la interferencia de energía: mediante trabajo o mediante calor.

G.P.P. Ciencias de la Naturaleza. Sep. 2000 278/123

FÍSICA A

LA ENERGÍA | 3. Transferencias de energía | D. Desarrollo de la propuesta

Propuesta 2. Energía: transferencia, conservación y degradación | Secuencia 2

Material fotocopiable para trabajar en el aula

Agua fría con agua caliente A

Haciendo esta experiencia trataremos de observar si hay algún intercambio de calor entre el agua fría y el agua caliente de dos recipientes. Para ello los colocamos en contacto, pero sin mezclarlos.
Antes de iniciar la manipulación, piensa en los siguientes puntos y discútelos con tus compañeros si lo crees conveniente:

- Cómo crees que se produce tal intercambio.
- Qué crees que vas a observar si ponemos dos recipientes con agua a diferente temperatura en contacto.
- Haz una predicción de cómo podrían ser las curvas temperatura-tiempo para el agua de los dos recipientes.

Cuando consideres que tienes una idea clara de lo que se trata de observar y detectar, puedes empezar a realizar el experimento para comprobar tus predicciones.

Necesitas:
– Dos termómetros.
– Un cazo o vaso de plástico de base ancha.
– Otro vaso de base estrecha.
– 100 centímetros cúbicos de agua a temperatura ambiente.
– 100 centímetros cúbicos de agua caliente (unos 60 °C).

Realiza:
Para comparar resultados, es conveniente que intentéis empezar y acabar todos los compañeros de la clase a la vez. Por esta razón, es necesario estar muy atentos a las indicaciones.

- Medid 100 centímetros cúbicos de agua y verterlos en el recipiente de base ancha.
- Colocad 100 centímetros cúbicos agua caliente en el recipiente de base estrecha. (El profesor suministrará el agua caliente para toda la clase con lo cual, todos los grupos iniciaréis el experimento con el agua a la misma temperatura.)
- Colocad un termómetro en el agua fría y otro en el agua caliente para medir las temperaturas de ambos recipientes.
- El profesor, reloj en mano, os indicará el momento en que tenéis que introducir el recipiente de base estrecha en el interior del de base ancha.
- El experimento durará diez minutos y el profesor os avisará cuando tenéis que hacer las lecturas de los termómetros y las anotaréis en una tabla como la siguiente:

Tiempo	Temperatura agua caliente	Temperatura agua fría

G.P.P. Ciencias de la Naturaleza. Sep. 2000 278/147

Figura 26: Exemple d'un recurs inclòs en el patró H.

Degut a la llarga extensió del recurs s'han seleccionat únicament dues pàgines del llibre que ens permeten exposar dues de les dimensions presents en aquest recurs. En aquest fragment, es pot observar que té un alt nivell de competencialitat en la dimensió científica ja que tracta les idees claus del model i ho fa complementant-ho

amb activitats molt diverses. Entre aquestes hi ha activitats de reflexió teòrica i algunes activitats experimentals com la que es presenta a la imatge de la dreta de la Figura 26, en la qual es demana una predicció prèvia i, més endavant, estudiar els resultats i donar explicacions en base a les idees del model (*nivell 3 en la dimensió científica*). En la imatge de l'esquerra en canvi, s'observa un alt nivell de sofisticació en les explicacions teòriques en relació a la idea de la transferència i els mecanismes de transferència, en les quals no només es menciona que l'energia es transfereix (no parla de transformació) sinó que es pot fer essencialment a partir de dos mecanismes: treball i calor. Més endavant, també explica amb més detall què diferencia a nivell microscòpic ambdós mecanismes (*nivell 3 en la dimensió de transferència i mecanismes de transferència*). Per les altres dimensions de les idees del model científic escolar d'energia, el tractament ha estat similar i es reflexiona profundament sobre aquestes idees (*nivell 3 en les dimensions conservació i degradació, i tipus d'energia*). A més, i a diferència de patrons com el patró D, aquest recurs presenta un nivell mitjà en la dimensió tecnològica ja que es proposa que l'alumnat suggereixi possibles solucions en la construcció d'una vivenda per tal de reduir la transferència d'energia a l'exterior i, a més, es persegueix que s'expliquin les transferències d'energia en processos tecnològics (indústria tèxtil, cotxe, central tèrmica, energies renovables...) (nivell 2 en la dimensió tecnològica).

Una vegada exposats cadascun dels 8 patrons de recursos que s'han identificat a través de les representacions radials dels 41 recursos educatius que tracten el model científic escolar de l'energia, s'ha procedit a representar quin és el pes percentual de cadascun dels patrons:

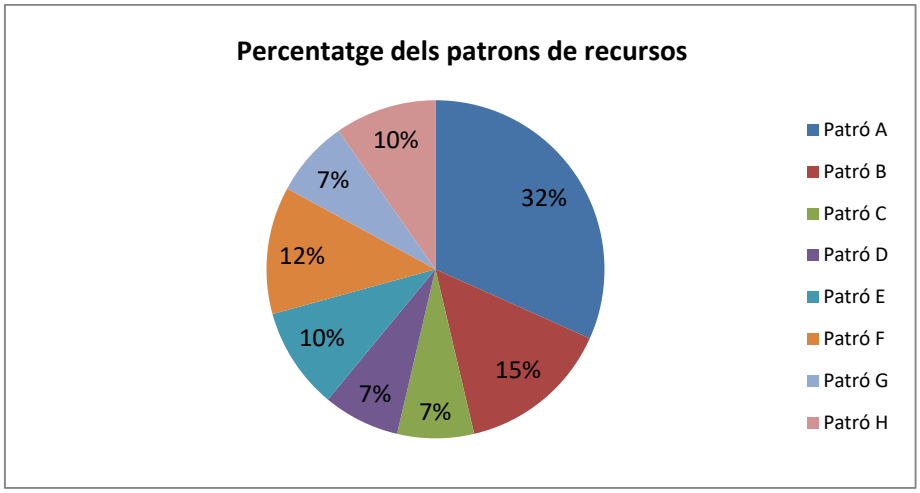


Figura 27: Gràfic circular amb el percentatge de recursos que s'inclouen en cadascun dels patrons.

Aquests resultats indiquen que el tipus de recurs més habitual estaria dintre del patró A (32%): aquells recursos que presenten un baix nivell tant en les dimensions competencials de la perspectiva CTS com en les dimensions de les idees del model

científic escolar d'energia. Seguidament es trobarien recursos que s'emmarcarien dintre del patró B (15%), que seguirien tenint un baix nivell en les dimensions competencials de la perspectiva CTS i que tindrien un alt nivell en una de les idees del model científic escolar d'energia, principalment en la idea de que només existeixen dos tipus d'energia: cinètica i potencial. I, a continuació, estarien els recursos que se semblen al patró F (12%), és a dir, que siguin molt competencials a nivell de la dimensió científica, però per contra no treballi correctament les idees del model d'energia. En canvi, els patrons de recursos menys habituals són els patrons C, D i G.

Llavors, de la mateixa manera que a l'inici d'aquest apartat, també s'ha cregut oportú representar en un núvol de punts els 41 recursos seleccionats però des de diverses perspectives d'anàlisi (no només una d'elles com abans) i, en aquest cas, tot indicant cada recurs a quin patró es correspon. Tenint en compte, que en aquesta anàlisi de recursos educatius estem mirant diversos aspectes alhora, cal que la representació gràfica dels recursos es faci a través de diversos angles, que permetin al lector tenir una visió completa i profunda d'aquests recursos i els patrons identificats. Les diferents representacions es concreten a continuació:

a) Núvol de punts que representa el nivell de competencialitat en la perspectiva CTS respecte al nivell de sofisticació de les idees:

   Aquesta representació és la mateixa representació inicial, i en aquest cas ens hauria de donar una visió general dels diferents patrons en relació als dos blocs centrals de l'anàlisi. Si els patrons s'han elaborat correctament s'hauria de visualitzar que cada patró ocupa un espai diferenciat dintre d'aquest núvol de punts i que els punts d'un mateix patró es troben relativament propers entre si. A més, la situació d'aquests patrons hauria de coincidir amb la descripció elaborada per cada patró.

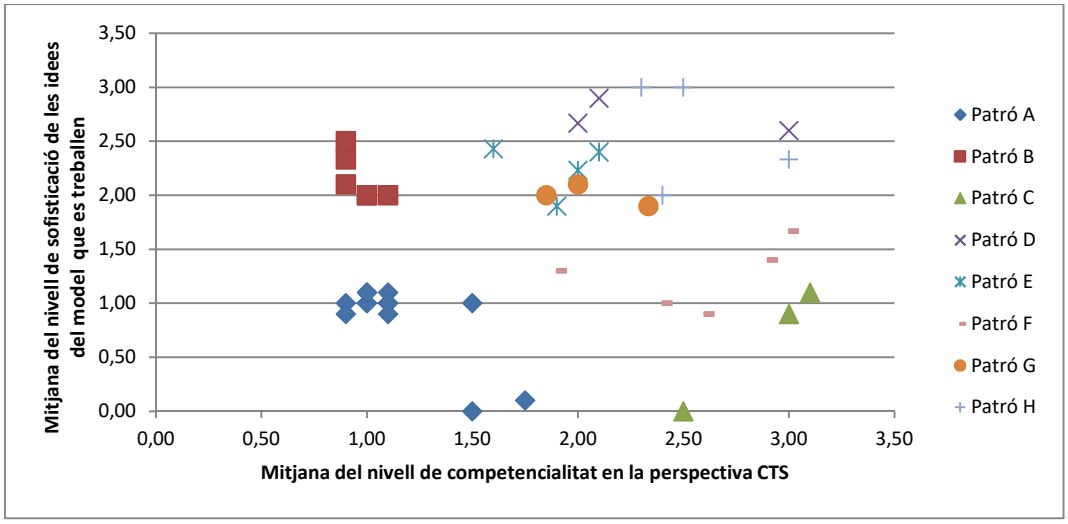


Figura 28: Núvol de punts en el qual es representa aproximadament la posició dels recursos (i patrons) segons la mitjana del nivell de competencialitat en la perspectiva CTS i del nivell de sofisticació de les idees del model que treballen.

Abans ja s'havia comentat com era la distribució dels recursos en el núvol de punts, així doncs si es centra la mirada en els patrons, s'observa clarament que hi ha alguns com el patró A, el B, el C i el F que tenen un espai bastant diferenciat respecte als altres i que, alhora, la localització coincideix amb les descripcions d'aquests patrons. Per exemple, el patró B se situa en una zona de baix nivell de competencialitat en els enfocaments de la perspectiva CTS, però amb un alt valor de les idees, tal i com es descriu el patró B.

En canvi, els patrons E i G (per un costat) i els patrons D i H (per l'altre) ocupen espais comuns en aquest núvol de punts i, per tant, no s'identifiquen les diferència entre un i altre. Una explicació a aquest fet és que la diferència que existeix entre aquests recursos no és tant en el nivell de competencialitat ni del valor de les idees sinó en quines dimensions es treballen. Mentre el patró E se centra sobretot en un únic enfocament (l'enfocament científic) el patró G se centra sobretot en els altres dos (l'enfocament tecnològic i social) tot i que també inclou en menor grau de competencialitat l'enfocament científic. Seguint la mateixa línia, el patró D se centra només en l'enfocament científic (tot i que pot incorporar algun altre enfocament però amb baix nivell competencial), mentre que el patró H se centra en dos o tres enfocaments: enfocament científic i tecnològic i/o social.

b) Núvol de punts que representa el nombre d'enfocaments de la perspectiva CTS respecte al nivell de competencialitat d'aquests enfocaments:

Aquesta representació permet estudiar en profunditat com són els recursos a nivell dels enfocaments dintre de la perspectiva CTS, tant respecte el nivell d'interdisciplinarietat com respecte el nivell de competencialitat.

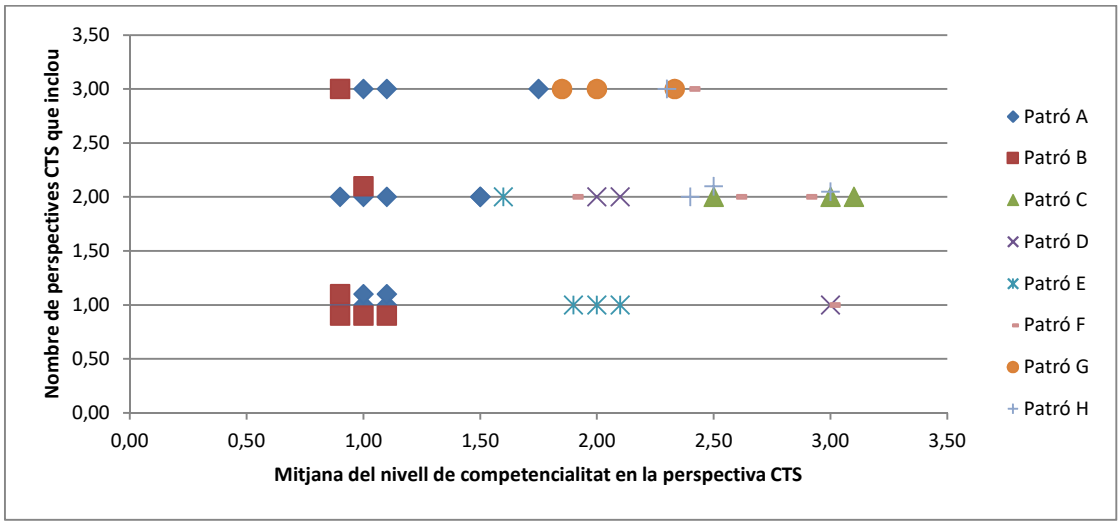


Figura 29: Núvol de punts en el qual es representa aproximadament la posició dels recursos (i els patrons) segons la mitjana del nivell de competencialitat en la perspectiva CTS i el nombre de perspectives CTS que inclou (interdisciplinarietat).

Com en el cas anterior, la distribució dels punts és bastant dispersa i homogènia, tot i que a diferència d'abans no trobem cap recurs que ocupi l'espai de dalt i a la dreta del gràfic. És a dir, no s'identifica cap recurs que treballi amb alt nivell d'interdisciplinarietat (enfocament científic, tecnològic i social) i alt nivell de competencialitat en els tres enfocaments: activitats escolars que conjuntament comportin actuar envers un aspecte socialment rellevant, en el que es creï un enginy tecnològic i que, tot això, estigui fonamentat en una investigació científica escolar sobre les idees del model d'energia. Concretament, la majoria dels recursos se situen en la part inferior i a l'esquerra del núvol de punts, el que significa que els recursos tendeixen a centrar-se tan sols en una disciplina (concretament en la disciplina científica) i amb un nivell baix de competencialitat.

Aquesta representació també permet observar fàcilment la diferència existent, mencionada en l'apartat anterior, entre el patró G i el patró E. Els recursos inclosos en ambdós patrons se situen amb un nivell de competencialitat en els enfocaments molt similar entre si, però s'observa clarament com el patró G és molt més interdisciplinar, situant-se a la part superior de la distribució de punts, en comparació al patró E, que se situa a la part inferior, el que implica que és molt unidisciplinar. En canvi, tot i que no sigui tan evident com la diferència entre el patró G i E, aquesta representació també pot explicar la diferència entre el patró D i el patró H, tot i que sigui més subtil. En el patró D, es treballa o un o dos dels enfocaments, però en el cas que se'n treballin dos, un d'ells (l'enfocament científic) es treballa amb un alt nivell de competencialitat, mentre que l'altre (l'enfocament social) es treballa amb un baix nivell de competencialitat. En canvi, en el patró H se'n treballen o tres o dos dels enfocaments, però en tots els casos es treballen amb un alt nivell de competencialitat. D'aquí que la separació entre un patró i l'altre es traci en forma de diagonal, el patró D queda situat en la part central o en la part inferior de la dreta del gràfic, mentre que el patró H queda en la part mitjana-alta de la dreta del gràfic.

Tanmateix, aquest gràfic ens permet detectar semblances entre patrons. Per exemple, els patrons A i B, se situen a l'esquerra del gràfic ja que comparteixen un baix nivell de competencialitat, malgrat s'observa que en els dos casos poden treballar un, dos o els tres enfocaments CTS, sent el patró B el que pitjors resultats assoleix. Per altra banda, patrons com el C, el D, el F i el H mantenen similituds entre ells ja que se situen a la meitat dreta del núvol de punts, ja que es tracta en tots els casos de recursos amb un fort component competencial i, especialment, en l'enfocament científic.

c) Núvol de punts que representa el nombre d'idees que es treballen respecte al nivell de sofisticació d'aquestes idees:

Aquesta representació, en contraposició a l'anterior, permet estudiar en profunditat els recursos seleccionats a nivell del nombre d'idees sobre el model científic escolar que incorpora i el valor d'aquestes idees, entès com el grau de concordança amb el model científic escolar d'energia més àmpliament acceptat.

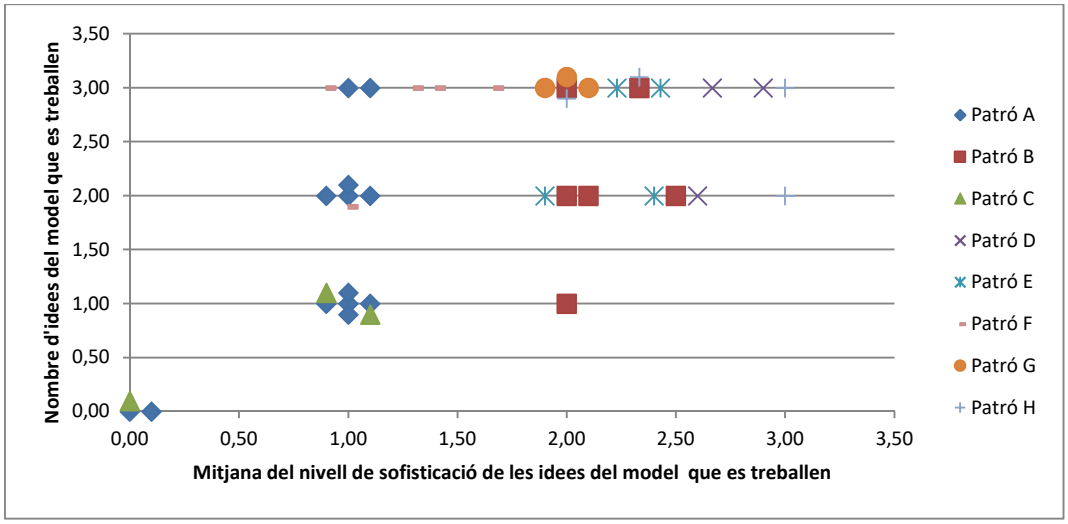


Figura 30: Núvol de punts en el qual es representa aproximadament la posició dels recursos (i els patrons) segons la mitjana del nivell de sofisticació de les idees que es treballen i el nombre d'idees.

En aquest cas, els punts es distribueixen de manera dispersa com en els dos altres casos. Però malgrat això, s'identifica un buit de recursos en la zona inferior dreta de la imatge. Aquest fet significa que manquen recursos que treballin només una de les idees en profunditat i amb un grau de sofisticació elevat. A més, aquesta distribució dels punts ens indica una certa tendència i correlació entre el nombre d'idees que es treballen i el nivell de sofisticació d'aquestes idees. Tot i la dispersió considerable dels punts, sí que s'identifica que a un menor nombre d'idees tractades, pitjor és el grau de sofisticació amb el qual es treballen, mentre que a un major nombre d'idees tractades, millor és el nivell de sofisticació d'aquestes idees. Aquest fet podria ser degut a que quan un recurs treballa més idees, major és la importància que aquest recurs dóna a aquestes i, per tant, es treballen amb major correcció respecte a les idees més àmpliament acceptades.

Com en el cas anterior, s'identifiquen certes similituds entre patrons. Si abans el patró A compartia similituds amb el patró B, ara es troba distribuït de manera semblant que el patró C: ambdós presenten un baix nivell de sofisticació de les idees, malgrat poden treballar una, dues o les tres idees imprescindibles del model. També presenten similituds els patrons B i E, que tal i com s'indica en la

seva descripció se centren en el valor de les idees que presenten, com també ho fan els patrons D, G i H. Mentrestant, el patró F queda una mica aïllat en relació als altres ja que incorpora les tres idees (excepte en un cas) però ho fa amb poc nivell de sofisticació, trencant la tendència de la qual es parlava en el paràgraf anterior.

7. Anàlisi i discussió dels resultats

Els resultats que s'han presentat en l'apartat anterior, permeten assolir una àmplia visió de com són els recursos que tracten el model científic escolar d'energia i que, al llarg d'aquest apartat, es discutirà de la manera més precisa i acurada possible. El propòsit d'aquest apartat és intentar ordenar aquelles idees principals que es poden extreure i interpretar dels resultats obtinguts i extreure'n conclusions que ens permetin donar resposta a la pregunta de recerca.

Respecte al nombre de patrons:

La primera d'aquestes idees és que s'han identificat un total de 8 patrons comuns entre els diferents recursos educatius sobre el model científic escolar d'energia. Aquest és un nombre de patrons bastant elevat tenint en compte que en total s'han analitzat en profunditat 41 recursos, el que implica que cada patró incorporaria de mitjana uns 5 recursos.

Un elevat nombre de patrons com el que es presenta apunta a que, com ja s'anticipava, hi ha molta diversitat, no només en el format, al públic objectiu, el lloc d'implementació, etc. sinó també quant a la qualitat didàctica d'aquests recursos. Aquest fet també és corrobora quan hom representa la distribució dels recursos en un núvol de punts on es mostra el nivell de competencialitat respecte el nivell de sofisticació de les idees, ja que en aquesta s'observa que els recursos es distribueixen de manera homogènia i dispersa per tot el llarg i ample del gràfic.

Respecte al patró més habitual:

El segon aspecte a destacar és el fet que el patró de recursos més habitual, present en un 32% dels recursos, sigui el patró A. És a dir, que 3 de cada 10 recursos que tracten el model científic escolar d'energia ho fan de manera molt poc competencial, específicament en relació a la competència científica que és la que més ens interessa des de la didàctica de les ciències. A més, les idees que incorporen aquests recursos inclosos en aquest patró són incoherents o concorren a errors conceptuals que no ajuden a la correcta construcció del model. Per tant, el patró més comú és aquell que es podria considerar, en base a les dimensions seleccionades per a l'elaboració d'aquesta recerca, el patró de més baix valor didàctic tant en l'enfocament com en les concepcions de l'energia.

Respecte a la relació entre el com i el què s'ensenya:

Si el patró més comú és el patró A, els patrons que l'acompanyen com els més comuns, són el patró B i el patró F amb un 15% i un 12% respectivament. En un primer terme, ja es veu que aquests patrons són bastant menys habituals de trobar que no pas el patró A, ja que aquests patrons (B i F) incorporen menys de la meitat dels recursos que s'incloïen en el patró A. En segon lloc, resulta significatiu el fet que el patró B sigui aquell que incorpori recursos amb baix nivell competencial en les dimensions de la perspectiva CTS, però alt nivell en les idees del model; mentre que el patró C sigui aquell que incorpori recursos amb alt nivell competencial en la dimensió científica de la perspectiva CTS, tot i que baix nivell en les idees del model.

En aquest mateix sentit, una anàlisi més profunda dels patrons identificats diu que, per un costat, si ens fixem només en tots els patrons que incorporen un alt nivell competencial en la dimensió científica (patrons C, D, F i H), aproximadament un 53% dels recursos, presenten un baix nivell de sofisticació en les idees del model (patrons C i F). Mentre que, per l'altre costat, si tenim en compte tots els patrons que incorporen un alt nivell de sofisticació en les idees del model (patrons B, D, E, G i H), aproximadament un 45% dels recursos, mostren un baix nivell competencial en la dimensió científica (patrons B i G) i un 20% mostra un nivell competencial mitjà (patró E).

Per tant, el que es dedueix de tot això és que un gran nombre de recursos presenten clarament un baix nivell didàctic tant a nivell d'enfocament competencial en ciències com a nivell conceptual en les idees del model. Però no només això, sinó que quan es troben recursos que tenen un alt nivell competencial en ciències, la majoria d'aquests (un 53%) són pobres quant al valor de les idees del model que transmeten. I quan es troben recursos amb un contingut conceptual de les idees precís i exacte, tendeixen a ser recursos (un 65%) amb un baix-mitjà nivell competencial en la dimensió científica. Aquest fet pot ser un símptoma de dues tendències educatives, una de les quals se centra més en el "com" ensenyar ciències i l'altra en el "què" s'ha d'ensenyar. Quan en realitat el "què" i el "com" s'haurien de considerar en el disseny de materials de manera conjunta, en els recursos educatius centrats en el model científic escolar d'energia s'observa que treballar en profunditat les idees centrals del model implica fer-ho de manera molt teòrica i explicativa, mentre que treballar de manera més indagativa, problematitzant, controvertida, etc. implica deixar de banda les idees del model que es volen construir. Per un costat, això recolza la idea que s'exposava en el marc teòric que, com a resposta davant d'un model tradicional d'ensenyament basat exclusivament en conceptes, en els inicis de l'ensenyament en competències alguns van relegar erròniament l'ensenyament de conceptes científics a un segon pla, tot prioritzant el "com" s'ensenya respecte el "què" s'ensenya. Per l'altre costat, també evidencia un problema en l'ensenyament sobre l'energia que té una major implicació del que pot semblar, ja que les idees més profundes (com per exemple, la de degradació o els mecanismes de transferència), només es poden aprendre significativament si l'alumnat

s'involucra en un procés de pensar, parlar i fer amb aquestes idees. En canvi, contràriament al que s'hauria de pensar els recursos que les volen ensenyar correctament, no promouen aquest tipus d'activitats.

Respecte a les idees del model que es treballen:

El quart aspecte clau és en relació a les dimensions sobre les idees del model científic escolar d'energia que es treballen. Les representacions circulars de la Figura 8, semblen indicar que la idea del model que es treballa més adequadament és la idea de conservació i degradació de l'energia, ja que és la única de les idees en què el nivell de sofisticació més gran (29% pel nivell 3) supera als altres dos nivells inferiors (17% pels nivells 1 i 2). Com ja es feia menció en el mateix apartat, aquest fet entra en contradicció amb la percepció expressada pels experts participants en el debat de grup sobre l'energia (veure "Annex 1"). Aquest fet s'explica ja que els patrons en els que existeix un mitjà-alt nivell competencial en la dimensió científica i alt nivell en les idees del model (patrons D, E i H), aquella idea que es treballa amb un nivell de sofisticació més gran és la idea de la conservació i la degradació. No obstant això, en el cas del patró amb baix nivell competencial en la dimensió científica i alt valor de les idees (patró B), que a més coincideix ser el segon patró més comú, la idea que es presenta amb un alt nivell de sofisticació és la dels tipus d'energia (cinètica i potencial). Així doncs, és cert que la idea de conservació i degradació es treballa en un nivell de sofisticació major que les altres idees, però això succeeix sobretot en aquells recursos amb un major valor didàctic. En aquells recursos amb un valor didàctic més baix, la idea que es treballa amb major sofisticació és la idea de tipus d'energia, d'aquí que s'expliqui perquè el professorat identifica la idea de la conservació i degradació com una idea que no es treballa prou bé, ja que en els recursos majoritaris, que suposen al voltant d'un 60%, o no es treballa o es fa de manera poc sofisticada (patrons A, B i F).

Tanmateix, sobre el nivell de sofisticació de les idees, també s'han de destacar dos qüestions bastant significatives: que en l'anàlisi s'observa una manca de recursos que treballin una sola idea en profunditat i que, en general, es pot establir una relació directa entre el nombre d'idees que es treballen i el nivell de sofisticació d'aquestes idees: a major nombre d'idees, millor es treballen.

Respecte a la interdisciplinarietat:

El darrer aspecte clau en els resultats obtinguts és el baix percentatge de recursos que incorporen un enfocament social i/o tecnològic conjuntament amb l'enfocament científic. En el gràfic circular de la Figura 6, es mostrava el percentatge de recursos segons els enfocaments dintre de la perspectiva CTS que incorporen: només enfocament científic, enfocament científic i tecnològic, enfocament científic i social o enfocament científic, tecnològic i social. En ell no s'apreciaven diferències substancials en el percentatge de recursos per cada tipologia de recurs, exceptuant pel tipus de recurs més comú, el que només presenta la dimensió científica (un 37%).

Una anàlisi més precisa a partir dels patrons identificats, ens indica que tan sols un 24% dels recursos s'inclouen dintre de patrons que mostren un alt nivell competencial en les dimensions social i/o tecnològica (patrons C, G i H). A més, com que la recerca gira entorn a un estudi de recursos educatius des de la perspectiva de la didàctica de les ciències, si es posa el focus de l'anàlisi en aquell subconjunt de recursos que presenten un alt nivell de competencialitat en la dimensió científica, només un 12% dels recursos combina aquest alt de nivell de competencialitat en ciències amb un alt nivell de competencialitat en alguna altra de les dimensions de la perspectiva CTS (o tecnològica o social). Aquest percentatge es distribueix de manera que només el 5% del total de recursos inclouen un alt nivell competencial en les dimensions científica i social, i tan sols un 7% en les dimensions científica i tecnològica. Per la seva banda, no s'ha identificat cap recurs que presenti un alt nivell competencial en totes tres dimensions de la perspectiva CTS.

Tot aquest conjunt de dades, evidencien que malgrat fa molts anys que es parla de la perspectiva CTS (Ciència, Tecnologia i Societat) i se'n sap de la seva importància ja que promou l'alfabetització científica i tecnològica en el sentit de que vol formar ciutadans competents, és a dir, que siguin capaços de prendre decisions informades des d'un punt de vista científic-tecnològic i actuar davant de situacions complexes d'elevada rellevància social, aquesta perspectiva no s'ha transferit adequadament als recursos educatius que tracten l'ensenyament del model científic escolar d'energia. La major part dels recursos educatius dels que ens referim no mostren un enfocament tecnològic i social, i quan ho fan, aquest enfocament es queda en simples consells que no es relacionen amb el contingut científic que l'acompanya o en l'enumeració de tipus de fonts d'energia, les centrals elèctriques i les parts que la composen, sense més aprofundiment. Per tant, habitualment ens trobem amb recursos unidisciplinars en l'àmbit científic i, a més, amb baix nivell competencial.

Si tot això es combina amb el que es mencionava en paràgrafs anteriors sobre el nivell de la competencialitat científica i de les idees, es tradueix en que tan sols un 9% dels recursos seleccionats (un total de 4 recursos), s'inclouen dintre del patró H, que es correspon amb el recurs de més alt valor didàctic. Un resultat que encara és redueix molt més si es té present que en aquest treball tan sols s'han seleccionat aquells recursos que tractaven sobre el model científic escolar d'energia. Si es consideressin tot el conjunt de recursos de la base de dades que es va crear tan sols un 1% dels recursos podrien ésser considerats com a "bons" recursos o recursos d'alt valor didàctic des de la perspectiva CTS i segons les idees del model científic escolar d'energia.

8. Resum i conclusions

Al llarg d'aquest Treball de Fi de Màster s'han presentat un seguit de resultats que, més endavant, s'ha procedit a analitzar i discutir en profunditat i que ens han permès adquirir una visió sobre els recursos educatius que tracten el model científic escolar d'energia a Catalunya bastant profunda. Però no cal perdre de vista que aquesta recerca s'ha elaborat per tal de donar resposta a una pregunta de recerca. Aquesta pregunta era: "Quin és l'enfocament i la concepció de l'energia present en els recursos educatius sobre energia disponibles a Catalunya?".

Un cop finalitzada la recerca i analitzades totes les dades, la resposta que més s'adiu a la pregunta de recerca és que existeix una gran diversitat quant a la qualitat dels recursos educatius. No obstant això, les dades obtingudes mostren que la majoria de recursos presenten clarament un baix nivell didàctic tant a nivell d'enfocament competencial com a nivell conceptual de les idees del model. A més, en el cas que els recursos siguin forts a nivell de competencialitat en la dimensió científica són febles a nivell de les idees del model, i a la inversa. En darrer lloc, en relació a la perspectiva CTS, els resultats ens indiquen que els recursos que treballen l'enfocament científic, generalment en la majoria dels casos abandonen tant l'enfocament social i tecnològic, que en resulten anecdòtics, és a dir, es tracta generalment de recursos unidisciplinars.

Per arribar a aquest punt, al llarg del desenvolupament de la recerca s'han hagut d'assolir, un per un, cadascun dels objectius de la recerca des de l'obtenció d'un instrument d'anàlisi fins a l'anàlisi dels recursos en les seves respectives sub-objectius. Així doncs, la recerca no només ens ha permès conèixer com són els recursos educatius sobre energia disponibles a Catalunya segons el seu enfocament en la perspectiva CTS i segons la concepció d'energia que expressen, que també. Sinó que el desenvolupament de la recerca ens ha permès crear un instrument d'anàlisi que serveix per tal de caracteritzar qualsevol recurs educatiu que tracti sobre l'energia des d'una mirada al model científic, a través de tres dimensions d'anàlisi pel que fa a la competencialitat dintre de la perspectiva CTS i a través d'unes altres tres dimensions pel que fa a les idees del model d'energia que expressen, i que podrà ser utilitzat en el futur sempre que es vulgui analitzar algun recurs d'aquesta temàtica.

Tanmateix, aquesta caracterització tan profunda dels recursos educatius sobre energia ha permès identificar o, en aquest cas, fins i tot es podria parlar de confirmar les necessitats que ja se sospitava que existien en relació a aquests recursos educatius des d'una perspectiva de la didàctica de les ciències experimentals:

1. Necessitat de clarificació conceptual en relació a l'energia: cal que quedi clar quines són les idees clau del model d'energia que es pretén construir i que s'expliquin correctament per tal d'influir a la correcta conceptualització de l'energia i no a errors o incoherències que entren en contradicció amb altres enunciats físics.

2. Necessitat d'establir lligams en l'ensenyament de l'energia entre els enfocaments científic, tecnològic i social: cal que es mostri una visió interdisciplinària de l'energia, ja que només d'aquesta manera s'aconsegueix que l'alumnat comprengui el concepte d'energia en la seva plenitud i sigui capaç de mobilitzar els seus coneixements per tal d'aplicar-los en situacions diferents, problemàtiques i complexes, que és el que s'espera que l'alumnat sàpiga (i sàpiga fer) entorn a l'energia.
3. Necessitat d'un enfocament més competencial, apoderador i indagatiu: cal que els recursos proposin activitats en les quals l'alumnat reflexioni i reconstrueixi el seu model al voltant de les seves idees prèvies a l'activitat, que senti el repte de resoldre un problema i fer-lo seu i que es plantegi les seves pròpies preguntes i construeixi a partir de la interpretació de les dades obtingudes un model que les pugui explicar i que per tal que l'aprenentatge sigui més significatiu i millor.

Aquestes tres necessitats que s'exposen en relació als recursos educatius sobre l'energia a Catalunya, enteses com tot un conjunt, podrien resumir en gran part les conclusions a les quals s'ha arribat a través d'aquesta recerca. Malgrat tot, no tan sols tenen una utilitat actual, com és la d'identificar quin és l'estat dels recursos educatius sobre l'energia a Catalunya, sinó que té una utilitat molt gran a l'hora de dissenyar futurs recursos o plantejar iniciatives educatives en relació a la temàtica energètica, per tal de que aquests ajudin a un ensenyament futur sobre energia molt més profund i significatiu.

9. Referències

Bañas, C., Mellado, V., & Ruiz, C. (2004). Los libros de texto y las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *21*(3), 296–312.

Beynon, J. (1990). Some myths surrounding energy. *Physics Education*, *25*(6), 314–316. http://doi.org/10.1088/0031-9120/25/6/305

Boohan, R., Stylianidou, F., & Ogborn, J. (2001). Teaching about energy and training for innovation. In R. Pintó & S. Surinach (Eds.), *Physics Teacher Education Beyond 2000* (pp. 177–180). Paris: Elsevier.

Bravo Ramos, J. L. (2004). Los medios de ensñanza: clasificación, selección y aplicación. *Pixel-Bit*, *24*.

Caamaño, A. (1995). La educación Ciencia-Tecnología-Sociedad: una necesidad en el diseño del nuevo currículum de ciencias. *Alambique*, *3*, 4–6.

Carlton, K. (2000). Teaching about heat and temperature. *Physics Education*, *35*(2), 101–105. http://doi.org/10.1088/0031-9120/35/2/304

Chisholm, D., Kerr, R., & Jardine, P. (1992). Some energetic thoughts. *Physics Education*, *27*(4), 215–220. http://doi.org/10.1088/0031-9120/27/4/009

Doménech, J. L., Gil-Pérez, D., Gras-Martí, A., Guisasola, J., Martínez-Torregrosa, J., Salinas, J., Trumper, R., Valdés, P., Vilches, A. (2007). Teaching of energy issues: A debate proposal for a global reorientation. *Science and Education*, *16*(1), 43–64. http://doi.org/10.1007/s11191-005-5036-3

Domènech, J. L., Limiñana, R., & Menargues, A. (2013). Enseñanza del concepto de energía: Una causa del limitado aprendizaje alcanzado por los estudiantes de bachillerato. *Enseñanza de Las Ciencias*, *3*, 103–119.

Ellse, M. (1988). Transferring not transforming energy. *School Science Review*, *69*(248), 427–437.

Eurydice. (2002). *Las Competencias Clave. Un concepto en expansión dentro de la educación general obligatoria*. Madrid: Unidad Europea de Eurydice.

Feynman, R. (1963). *The Feynman Lectures on Physics. Book 1*. Nova York: Addison-Wesley.

Feynman, R. (1971). *"Lectures on Physics". Vol. I, Mecánica, radiación y calor*. Mexico: FEISA.

García-Carmona, A., & Criado, A. M. (2008). Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: Análisis de su tratamiento en textos de física y química de la ESO. *Enseñanza de Las Ciencias*, *26*(1), 107–124.

García-Carmona, A., & Criado, A. M. (2013). Enseñanza De La Energía En La Etapa 6-12 Años: Un Planteamiento Desde El Ámbito Curricular, *3*, 87–102.

Garrido, A., & Simarro, C. (2014). El nou marc d 'avaluació de la competència

científica PISA 2015: Revisió i reflexions didàctiques. *Ciències*, *28*, 21–26.

González, A. (2006). El concepto de energía en la enseñanza de las ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación*, *38*(2).

Hierrezuelo, J., & Montero, A. (1991). *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la Didáctica de la Física y Química*. Vélez-Málaga: Elzevir.

Kuhn, T. S. (1983). *La tensión esencial*. Mexico: FCE.

López, V., & Pintó, R. (2012). Ensenyar energia a secundària. *Recursos de Física*, *9*, 10.

Mans, C. (2001). La gasolina ens costarà un ronyó. *Notícies per a Químics*, *403*, 26–27. Retrieved from http://www.angel.qui.ub.es/mans/Documents/Textos/gasolina403-NPQ.pdf

Mans, C. (2008). *La vaca esfèrica*. Barcelon: Rubes Editorial.

Marquès, P. (2001). Selección de materiales didácticos y diseño de intervenciones educativas. *Enciclopedia Virtual de Didáctica Y Organización Escolar*.

Martín Gámez, C., Prieto Ruiz, T., & Jiménez López, Á. (2013). El problema de la producción y el consumo de energía: ¿cómo es tratado en los libros de texto de educación secundaria? *Enseñanza de Las Ciencias*, *31*(2), 153–171.

Membiela, P. (2001). Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias. In P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (Madrid, pp. 91–104). Narcea.

Merchán, F. J. (2001). *La producción del conocimiento escolar en la clase de historia. Profesores, alumnos y prácticas pedagógicas en la educación secundaria*. Universidad de Sevilla.

Millar, R. (2005). *Teaching about energy*. York: Department of Educational Studies. University of York.

Nordine, J., Krajcik, J., & Fortus, D. (2011). Transforming energy instruction in middle school to support integrated understanding and future learning. *Science Education*, *95*(4), 670–699. http://doi.org/10.1002/sce.20423

OECD. (2013). Pisa 2015 Draft Science Framework, 1–54.

Ogalde, I., & Bardavid, E. (1997). *Los materiales didácticos. Medios y recursos de apoyo a la docencia*. Mexico: Trillas.

Pintó, R. (2004). ¿Qué modelo de energía deseamos que construyan nuestros estudiantes de secundaria? *Alambique. Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, *42*, 41–54.

Pintó, R., Couso, D., & Gutiérrez, R. (2005). Using research on teachers' transformations of innovations to inform teacher education. The case of energy degradation. *Science Education*, *89*(1), 38–55. http://doi.org/10.1002/sce.20042

Prideaux, N. (1995). Different approaches to the teaching of the energy concept. *School Science Review*, *77*(278), 49–57.

Ratcliffe, M. (2001). Science, Technology and Society in school science education. *School Science Review*, *82*(300), 83–92.

Reyes Baños, F. (2007). Los recursos didácticos.

San Martín, A. (1991). La organización escolar. *Cuadernos de Pedagogía*, *194*, 26–28.

Sanmartí, N. (2003). Ensenyar ciències a partir d'un currículum fonamentat en el desenvolupament de competències bàsiques. *Actes Del Congrés de Competències Bàsiques.*, 1–18.

Stylianidou, F., & Ogborn, J. (1999). Teaching about Energy in Secondary Schools: The case of two innovations and teachers' transformations of them. In *ESERA. Conference in Kiel*.

Tatar, E., & Oktay, M. (2007). Students' Misunderstandings about the Energy Conservation Principle: A General View to Studies in Literature. *International Journal of Environmental & Science Education*, *2*(3), 79–81.

Warren, J. W. (1983). Energy and its carriers: a critical analysis. *Physics Education*, *18*(5), 209–212. http://doi.org/10.1088/0031-9120/18/5/306

10. Annex 1: Explicació resumida de les tasques de la Fase 1 del disseny de "L'Escola de l'Energia" en les quals es basa aquest Treball de Fi de Màster

1. Recollida i caracterització dels recursos educatius sobre l'ensenyament de l'energia a Catalunya en una base de dades:

En aquesta tasca, es va procedir a la recollida exhaustiva de més de 300 recursos educatius i didàctics identificats a partir dels diversos agents implicats en l'ensenyament sobre l'energia a Catalunya: professorat, xarxes i institucions de suport al professorat, repositoris de recursos multimèdia de referència, empreses o associacions d'educació ambiental i científica no formal, institucions públiques, fundacions empresarials i associacions amb alguna vinculació amb la temàtica energètica, i museus i instal·lacions visitables.

Donada la gran quantitat de recursos, d'iniciatives i de projectes identificats a la xarxa, però atenent a que l'objectiu de la recerca era cenyir-se a l'àmbit català, es van establir diferents criteris de selecció per decidir quins dels recursos identificats calia incloure, de manera que tots els recursos introduïts en la base de dades havien de complir 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 o investigadors en educació de Catalunya experts en el tema.

En aquesta base de dades no es van incloure els llibres de text tradicionals de les editorials que operen a Catalunya, ja que s'entenia que no eren materials educatius específicament pensats per ensenyar i aprendre energia sinó que incloïen aquesta temàtica dins del conjunt de continguts curriculars de cada nivell educatiu. A més, com que ja existien estudis que tractaven sobre l'anàlisi de llibres de text en relació a l'ensenyament sobre l'energia (Bañas, Mellado, & Ruiz, 2004; García-Carmona & Criado, 2008; Martín Gámez, Prieto Ruiz, & Jiménez López, 2013) i, tal i com s'ha mencionat en la introducció del treball, cada vegada més sovint el professorat acudeix a altres recursos educatius més enllà del llibre de text, es va creure que no devien formar part d'aquesta base de dades ni de la recerca en qüestió.

Finalment, un cop es van seleccionar un total de 328 recursos educatius sobre energia a partir dels criteris de selecció citats, a la base de dades es va incloure el seu títol, l'enllaç o referència per accedir-hi i una breu descripció del recurs en qüestió. A més, es va procedir a una catalogació d'aquests a través de dos tipus de descriptors: descriptors didàctics i descriptors tècnics.

- Els descriptors didàctics ens donen informació sobre aspectes lligats amb allò que es treballa sobre l'energia i com es treballa. Entre els descriptors didàctics hi ha el tipus de recurs, la temàtica i l'enfocament educatiu.
- Els descriptors tècnics ens donen informació sobre aspectes més operatius del recurs com a on es realitza, la durada, etc. Entre aquests descriptors tècnics hi ha: el format, l'edat, el temps de durada, l'escala de públic, el cost del recurs, l'espai d'implementació i el punt geogràfic.

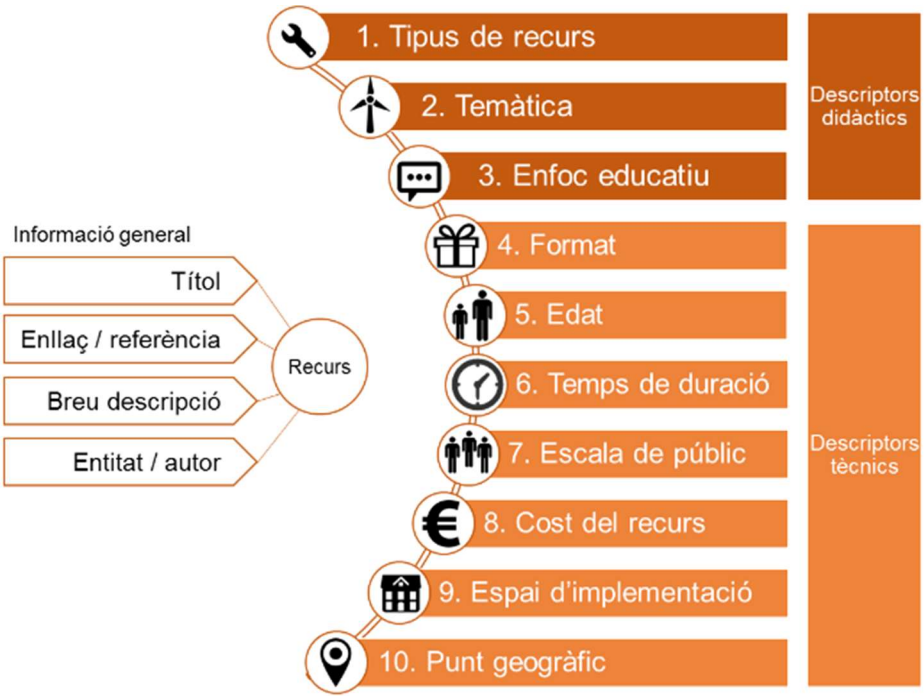


Figura 31: Apartats de la base de dades elaborada.

2. Anàlisi de la perspectiva dels protagonistes/agents implicats (docents de primària i secundària, formadors, educadors de l'àmbit no formal...).

A part de la elaboració de la base de dades i la caracterització dels recursos, també es van analitzar les intervencions dels diferents participants a un debat de grup sobre ensenyament de l'energia que es va realitzar el divendres 11 de març a Barcelona. Aquest debat de grup tenia com a objectiu principal reunir a diferents professionals vinculats a l'ensenyament de l'energia (mestres, professors, educadors i responsables d'iniciatives educatives) per tal de preguntar-los el seu punt de vista respecte a quines mancances existeixen actualment en l'ensenyament de l'energia a Catalunya. Els

professionals participants del debat de grup van estar seleccionats expressament segons els diferents àmbits que representen: Begoña Oliveras, professora de química a secundària al IOC; Fina Guitart, professora de química i formadora al CESIRE; Jordi Regalès, professor de tecnologia i formador al CESIRE, Julio Pérez, professor de física i química i formador al CESIRE, Marta Lacruz, responsable d'àrea educativa en temes energètics de Lavola; Mònica Guixé, educadora al Museu del Gas de Sabadell; Núria López, mestra de primària i formadora al CESIRE; Oriol Giménez, responsable comunicació a Ecoserveis, i ex-tècnic de la Fàbrica del Sol; Pol Bartrès, educador al Laboratori d'Activitat Científica (LAC) de Mataró; Rafael Barrachina, professor de Física a secundària de l'IOC; Rosanna Fernández, professora de tecnologia i formadora al CESIRE; i Silvia Lope, professora de biologia i formadora al CESIRE.

L'estructura d'aquest grup de debat va consistir en tres dinàmiques. En primer lloc, es va fer una ronda d'intervencions lliures sobre el què i el perquè educar sobre energia a partir de l'experiència professional de cadascú (30 minuts). Seguidament, es realitzà una activitat d'anotació d'idees sobre les necessitats que identificaven els diferents professionals participants en relació a l'ensenyament de l'energia en el seu àmbit particular (ensenyament formal o ensenyament no formal) (30 minuts). Finalment, es va realitzar una discussió sobre com hauria de ser el recurs ideal (o conjunt de recursos) per educar sobre energia (30 minuts).

A partir de les notes de treball preses durant la observació del debat de grup i de l'enregistrament de l'àudio de l'activitat, es van seleccionar les idees principals en relació a les necessitats que caldria cobrir en relació a l'ensenyament sobre l'energia. Aquestes han estat:

- Respecte al contingut sobre energia a ensenyar:
  - Cal una clarificació conceptual o model sobre energia més clar on es tinguin clares les idees centrals que s'han de treballar.
  - Cal un vocabulari comú i transversal que ajudi a l'alumnat a arribar a aquest model d'energia consensuat entre les diverses disciplines.
  - Cal posar més rellevància a la idea de degradació i menys a la de conservació.
  - Cal replantejar l'ensenyament d'alguna de les fórmules que estan relacionades amb l'energia per tal de que l'alumnat entengui el seu significat i que ajudi a la comprensió d'alguns conceptes.
- Respecte a les maneres d'ensenyar sobre l'energia:
  - Cal un major nombre d'activitats experimentals i manipulatives, així com disposar de materials i dispositius per tal de poder-les dur a terme.
  - Cal crear *kits* per poder prendre mesures i reflexionar sobre maneres d'estalviar energia.
  - Cal activitats que han de resultar significatives i problematitzants per a l'alumnat.

- Cal presentar l'energia a través de situacions reals i controvertides que ajudin a formar futurs ciutadans capaços d'actuar davant problemes complexes.

Les gravacions d'àudio de les intervencions del grup de debat que recolzen aquest anàlisi es poden trobar en els següents enllaços:

- Primera part:
https://soundcloud.com/user-718360052/focusgroup-part-1mp3/s-RRmma
- Segona part:
https://soundcloud.com/user-718360052/focusgroup-part-2mp3/s-1o02M

11.Annex 2: Breu descripció dels recursos seleccionats

RECURS	DESCRIPCIÓ DEL RECURS
Transformaciones de la energía	Joc interactiu que té com a objectiu poder conèixer una mica millor les transformacions de l'energia i les formes d'obtenció d'energia
EN - Energia	Activitat pràctica en la que s'ajuda a l'alumnat a entendre els canvis de la natura a través del model d'energia que engloba la conservació, la transferència i la degradació de l'energia. Al llarg de la pràctica, els alumnes estudiaran el procés de fregament que es produeix entre les rodes i els frens en el procés de frenada d'un vehicle.
Web ENDESA informativa amb continguts sobre energia	Pàgina web explicativa sobre els conceptes bàsics de l'energia: Què és?, Quins tipus hi ha?, Quines propietats té?, Com es transfereix?
Materiales on-line para pizarra digital interactiva	Conjunt de recursos orientats a facilitar el treball a l'aula amb pissarra digital interactiva (PDI), sobre la natura inert en el 3r cicle de Primària. Aquests recursos tenen l'objectiu de: mantenir l'interès en la presentació dels diferents temes a l'aula; acostumar a l'alumnat a utilitzar Internet com a font d'informació; iniciar a alguns alumnes en la discussió de temes en grups; i treure rendiment educatiu dels mitjans tecnològics, en aquest cas ordinador i PDI (s'inclou el dossier de l'alumne i el dossier del docent).
Energy forms and Changes	Simulació sobre les formes d'energia i les transferències (En anglès).
Energy Skate Park: Basis	Simulació sobre la transformació entre energia cinètica i potencial en un skatepark (En anglès).
Auditoria Energètica	Unitat Didàctica, creada per un dels mestres del grup de treball de l'Agenda 21 Escolar de Sant Feliu de Llobregat, que està estructurada en un conjunt de fitxes amb activitats per a treballar tots els continguts curriculars relacionats amb l'energia corresponents a l'etapa. A partir de la realització d'una petita auditoria energètica al centre educatiu, es planteja també la millora dels hàbits energètics de l'alumnat, tant a casa com a l'escola.

Heat and temperature-CLIL	Unitat Didàctica per treballar la diferència entre sensació tèrmica i mesura de temperatura; i entre calor i temperatura. També s'estudien les diferents formes de transmissió d'energia (s'inclou el dossier de l'alumnat i el dossier del docent).
Energia	Pàgina web amb exercicis resolts de forma visual i escrita sobre l'energia dels cossos i el seu moviment.
Natura i Ciència 4. L'energia	Llibre on es presenta el segon crèdit comú de segon curs del primer cicle de la ESO de l'Àrea de Ciències de la Naturalesa on s'estudia a través de 5 unitats didàctiques diversos aspectes relacionats amb les formes, les fonts i l'ús de l'energia
El canvi: Com hi intervé l'energia?	Dossier de l'alumnat d'una Unitat Didàctica sobre l'energia i el canvi.
Energía mecánica, energía cinética, energía potencial	Unitat Didàctica sobre l'energia mecànica, cinètica i potencial (En castellà).
Guía Didàctica descubre la energía	Unitat Didàctica sobre l'energia, tipus d'energia, consum i estalvi (En castellà).
Treball i energia	Unitat Didàctica sobre treball i energia, tipus d'energia, fonts d'energia i consum (En castellà).
Una proposta didàctica per negociar significats del concepte energia.	Unitat Didàctica basada en l'estudi de la conservació, transformació i degradació de l' energia a través d'un estil de treball en la classe fonamentat en una concepció del procés d'ensenyament i aprenentatge com un continu de significats que es negocien entre els subjectes amb la mediació del professor/a.
Energía potencial gravitatoria	Simulació en la que es mostra el treball necessari que cal fer o que es rep contra la gravetat per pujar o deixar caure un objecte
La energía en el movimiento armónico simple	Simulació en la que s'indica l'evolució de l'energia cinètica, de l'energia potencial i de l'energia total en un moviment harmònic simple, concretament, en el moviment harmònic simple d'un bloc lligat a una molla que es mou sense cap tipus de fregament.
Conservación de la energía en el péndulo	Simulació en la que s'indica l'evolució de l'energia cinètica, de l'energia potencial i de l'energia total en un moviment d'un cos sospès sobre un pèndol.
Física en context	Conjunt d'Unitats Didàctiques que tracten el temari del currículum de 1r i 2n de batxillerat de física a través de diversos contextos d'aprenentatge autèntics. En concret, hi ha algunes Unitats Didàctiques que tracten temes d'energia (Transports, Natura i Esport, Satèl·lits a l'Espai, Música i so, Planetes i estrelles, Trens)
Unitat didàctica: Energia, Treball i Potència	Unitat didàctica en la que es detalla la definició dels objectius, competències, seqüenciació, sistemes d'avaluació i tipus d'activitats proposades per tractar els conceptes d'energia, treball i potència, des d'una perspectiva transversal.

El camí de l'energia: l'alimentació	Unitat Didàctica que tracta sobre el camí de l'energia en l'alimentació (s'inclou el dossier de l'alumnat)
Estalviem energia!	Unitat Didàctica d'un crèdit variable interdisciplinar que afronta la temàtica de l'energia a l'ESO. En concret, treballa aspectes com què és, quins tipus de fonts d'energia hi ha, l'estalvi energètic, etc. (s'inclou el dossier de l'alumnat)
L'ús de l'energia	Unitat Didàctica pensada per ser aplicada en el 2n cicle de l'ESO que tracta sobre l'energia relacionant-ho amb temes de consum i estalvi energètic (s'inclou el dossier de l'alumnat).
¿Qué es la energía?	Recurs web en el qual s'explica què és l'energia i exemples de com l'energia està implicat en els processos: el desplaçament d'una bicicleta, el moviment d'un molí de vent, la generació d'electricitat, etc. (En castellà)
Flujo de energía en la naturaleza	Recurs web en el qual es parla com els organismes vius obtenen l'energia per sobreviure; presentar les cadenes tròfiques; aprendre els termes productor i consumidor; i els nivells tròfics. (En castellà)
Pirámides de biomasa	Recurs web on s'observen les piràmides de biomassa i comprendre la seva aplicació. A més, es mostra la pèrdua d'energia en les cadenes tròfiques i per què succeeix. (En castellà)
Pérdida de energía en las cadenas tróficas	Recurs web on es veu com es perd l'energia en les cadenes tròfiques i, també, mostrar com pot reduir-se al disminuir el nombre de relacions tròfiques en la cadena. (En castellà)
Cálculo de la energía cinética	Recurs web on s'intenta que es comprengui què és l'energia cinètica i veure com es pot calcular. A més, té com a objectiu aprendre que l'energia cinètica d'un objecte en moviment depèn de la massa i de la velocitat de l'objecte. (En castellà)
Química en context	Conjunt d'Unitats Didàctiques que tracten el temari del currículum de 1r i 2n de batxillerat de química a través de diversos contextos d'aprenentatge autèntics. En concret, hi ha algunes Unitats Didàctiques que tracten temes d'energia (El futur del petroli i Energia en acció)
Guia didàctica. Coneix les renovables de Cornellà	Guia que pretén ser una eina dirigida a alumnes de cicle superior d'educació primària de les escoles del municipi que té com a objectiu donar a conèixer la informació bàsica sobre l'energia, les fonts renovables i no renovables, els efectes que l'ús de l'energia té sobre el medi ambient i a la importància de fer-ne un consum responsable en la nostra vida diària.
Energías renovables para la educación primaria	Material didàctic per conèixer què és l'energia, els diferents tipus i fomentar l'ús de les energies renovables (s'inclou el dossier de l'alumne i dossier del docent).

EL1 - Com podem generar electricitat?	Activitat pràctica en la que l'alumnat investiga propietats magnètiques i de materials conductors per, tot seguit, provar de generar un corrent elèctric a partir d'un imant i una bobina i finalment investigar de quina manera es pot millorar el sistema per tal de generar un major voltatge i relacionar-ho amb els generadors d'electricitat que s'utilitzen en la nostra societat.
La energía. Manual de educación Ambiental II	Conjunt d'activitats que ajuden a descobrir com mostrar als nens la importància de l'energia en el nostre món, construint junts un hivernacle, un molinet d'aigua i altres invents senzills que funcionen amb fonts d'energia diferents. (s'inclou el dossier de l'alumne)
Approaches to Teaching Energy	Llibre que es presenten materials desenvolupats en el projecte "Children's Learning in Science Project energy working group" que intenten solucionar problemes associats amb l'ensenyament de l'energia.
Energy and Change. Support materials	Llibre on es presenten un conjunt de materials que descriuen una nova aproximació que s'inicia des de les maneres del sentit comú que expliquen perquè les coses passen.
La energía (3. Transferencias de energía. Bloque 2. Diseño Curricular Básico)	Llibre on es presenten continguts i propostes didàctiques en relació a transferències d'energia.
EL2 - Què és això de l'energia fotovoltaica?	Activitat pràctica en la que l'alumnat reflexiona, sobre l'ús de plaques fotovoltaiques als satèl·lits, i la optimització del seu funcionament per, a continuació, treballar amb models d'una cèl•lula fotovoltaica per mirar d'esbrinar com es transfereix l'energia de les radiacions a energia elèctrica.
Argumentación en el aula: dos Unidades Didácticas. Parte II: Uso de pruebas y modelización sobre la transferencia de energía en los ecosistemas	Unitat Didàctica que ha estat dissenyada amb el propòsit de promoure el desenvolupament de les competències de l'ús de proves i explicació de fenòmens utilitzant models científics a través de l'argumentació. El context és ecologia a 4t d'ESO, en concret, l'aplicació del model de flux d'energia (transferència d'energia) en la resolució de problemes relacionats amb la gestió de recursos.
La Maleta de l'Energia	Conjunt de recursos materials i escrits adequats a l'educació infantil (2n cicle) i l'educació primària (cicles inicial, mitjà i superior) per a l'ensenyament i l'aprenentatge de continguts sobre el tema de l'energia.
Energy Kids	Activitats, textos explicatius i jocs en anglès per treballar què és l'energia i els tipus d'energies, així com l'estalvi energètic. (En anglès)
Quadern educatiu d'Energia Educaixa	Unitat didàctica sobre l'energia, els orígens i evolució del consum energètic de l'home, una revisió de les fonts d'energia actuals, i una breu introducció a l'estalvi energètic.