



Mapes de progressió per educar a favor d'una nova cultura de l'aigua.

Alba Castelltort Valls
Institut Ca n'Oriac, Sabadell
acaste86@xtec.cat

Neus Sanmartí Puig
Departament de Didàctica de les Matemàtiques i les Ciències Experimentals, UAB
neus.sanmarti@uab.cat

Resum • L'emergència climàtica ja té uns efectes importants sobre els recursos hídrics del nostre territori fet que fa urgent i necessari educar a favor d'una nova cultura ambiental de l'aigua. L'article presenta tres mapes de progressió per ajudar a professorat i educadors/es ambientals a organitzar situacions d'ensenyament-aprenentatge que poden promoure un aprenentatge més profund. Els mapes, que s'han elaborat a partir d'una recerca educativa, s'organitzen en preguntes ordenades segons el nivell de complexitat i identifiquen les idees-claus que permeten donar resposta a cada pregunta així com expressions que el professorat pot utilitzar per fer-les més comprensibles. També, s'hi destaquen els continguts més complexos o que afavoreixen la visibilització dels vincles entre l'aigua i l'energia.

Paraules clau • mapes de progressió, aigua, cicle natural, cicle urbà, educació ambiental

Progression maps to educate in favour of a new water culture.

Abstract • The climate emergency is already having significant effects on the water resources of our territory, which makes it urgent and necessary to educate in favour of a new environmental water culture. The article presents three progression maps that can help teachers and environmental educators organize teaching-learning situations that promote deeper learning. The maps, which have been built from educational research, are organized based on questions ordered according to the level of complexity and identify the key ideas that allow each question to be answered as well as expressions that teachers can use to make them more understandable. Also, the most complex contents or those that promote the visibility of the links between water and energy are highlighted.

Keywords • learning progression, water, natural water cycle, urban water cycle, environmental education.

L'AIGUA AL COR DEL DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE.

El 28 juny de 2022 a Tromsø (Cercle Polar Àrtic, Noruega) van registrar una màxima de 29,9 °C, una temperatura més elevada que les registrades a Barcelona el mateix dia. L'estiu del 2022 ha estat el més càlid de la història d'Europa i en alguns indrets, s'han registrat rècords de temperatura, segons el Servei Copènic de Canvi Climàtic.

Els canvis en el clima ja són evidents en molts punts del planeta i en el nostre país, també es fa visible amb llargs períodes de sequera i dèficit hídric. Fa temps que la comunitat científica alerta que amb l'emergència climàtica, aquesta situació no serà excepcional i que com a societat ens caldrà prendre mesures per adaptar-nos-hi. Al tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2016) s'afirma que els seus efectes ja comencen a manifestar-se.

L'informe descriu que al llarg del segle XXI s'espera un augment de sequeres meteorològiques, hidrològiques i agrícoles que tindran un impacte sobre els recursos hídrics, la qualitat de l'aigua, la conservació dels ecosistemes i el perill de foc als boscos.

A més, la problemàtica de l'aigua també és un tema socialment rellevant i complex, ja que interaccionen qüestions de qualitat, quantitat i de relació entre les persones i les societats amb el medi. Junt amb el canvi climàtic, l'augment de la població (i dels seus hàbits de consum), les activitats econòmiques i les seves necessitats energètiques fan que continuï augmentant la demanda d'aigua i d'energia.

Encara que pot semblar quelcom massa global per poder-hi incidir, com diu Olsson (2012) la població té un rol important en reduir la demanda d'aigua i per fer-ho possible. Un primer pas, és ser conscient del propi consum i sobretot dels "invisibles" vincles entre aigua i energia, que poden generar tensions i conflictes ambientals quan entren en competència amb les necessitats bàsiques de les persones.

Cada any les Nacions Unides publiquen un informe sobre el desenvolupament mundial de l'aigua. L'any 2014 l'informe ja alertava que en el futur, la demanda global de recursos hídrics creixeria i que aquest creixement, seria més important en els països en desenvolupament o economies emergents. Aquesta alerta aporta dades interessants que evidencien l'estreta relació aigua-energia i la seva interdependència resumides en dos grans qüestions:

- Per satisfer l'augment de la demanda d'aigua i abastir la població, cal energia per captar-la, tractar-la, distribuir-la i, després del seu ús, tornar-la a recol·lectar i tractar-la abans que retorni al medi.
- Per satisfer la demanda energètica, l'aigua és necessària per produir, transportar i usar totes les formes d'energia. Per exemple, l'aigua és necessària per la indústria extractiva (per produir fuels com carbó, urani, petroli i gas), per la producció dels biocombustibles (blat de moro, sucre de canya) i també és crucial per al moviment de les turbines de les centrals hidroelèctriques i per l'escalfament de l'aigua (vapor) de les centrals tèrmiques i la refrigeració.

Segons Olsson (2012) es calcula que entre un 1% i 18% de l'energia elèctrica de les ciutats és consumida en el transport de l'aigua i la gestió de les aigües residuals. És possible que en el nostre país, aquest consum sigui superior atès que en períodes de sequera cal incrementar l'activitat de les plantes dessalinitzadores. Per aquest motiu, estalviar aigua també implica un estalvi energètic important. A la figura 1, es mostren dades sobre les necessitats energètiques de cada etapa del cicle urbà de l'aigua.

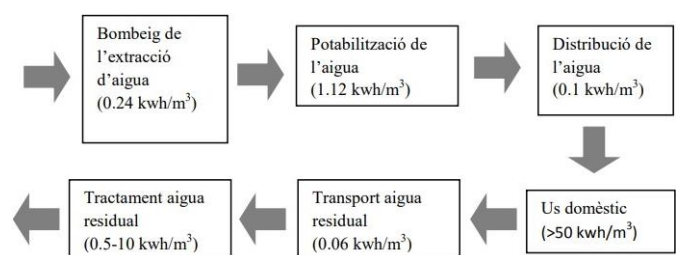


Figura 1: Relació del consum d'energia en el cicle urbà de l'aigua (Adaptació d'Olsson, 2012)



Figura 2: Gràfics extrets del Informe *The United Nations World Water Report*, que expressen la demanda global d'aigua (a dalt esquerra), l'energia necessària per a proveir d'un m³ d'aigua (a baix esquerra) i el consum d'aigua per a la producció de combustible (dreta).

EDUCAR PER UNA NOVA CULTURA AMBIENTAL DE L'AIGUA

Per abordar des de l'àmbit educatiu la complexitat d'aquesta temàtica, aquest article presenta tres propostes de mapes de progressió sobre l'aigua que poden ajudar a organitzar situacions d'aprenentatge que afavoreixen una millor comprensió. Els mapes s'han construït tenint en compte recerques educatives prèvies i una recerca realitzada per les autores amb alumnat de primària i amb futurs mestres.

Promoure una nova cultura ambiental de l'aigua implica educar a la ciutadania per actuar de manera més conscient a favor de la preservació

dels recursos hídrics. Al llarg de les darreres dècades, s'han dut a terme nombroses investigacions sobre l'ensenyament-aprenentatge del cicle de l'aigua (Piaget, 1981; Bar et al., 1981, Bach i Brusi, 1988; Márquez i Roca, 2001; Márquez, 2006; Shepardson, 2007 i 2009) i també, en el camp de l'educació ambiental, són diverses les persones (Sanmartí i Pujol, 2002; Breiting, 2009; Sauvé, 2010; Gunkel, 2012; Weissmann et al., 2013) que destaquen la importància de l'alfabetització científica-ambiental per afavorir la capacitat per actuar a favor del medi com per exemple, per protegir els recursos d'aigua dolça.

PUNT DE PARTIDA PER A L'ELABORACIÓ DELS MAPES

Els mapes de progressió d'idees s'han elaborat a partir dels resultats obtinguts en una recerca prèvia (Castellort i Sanmartí 2013; 2015) realitzada en 3 escoles d'educació primària públiques de Barcelona que havien dut a terme propostes d'ensenyament-aprenentatge sobre el cicle de l'aigua i eren participants del programa Escoles + Sostenibles (Ajuntament de Barcelona), i en un grup d'estudiants del Grau d'Educació Primària de la Universitat Autònoma de Barcelona. La mostra d'estudi estava formada per 263 alumnes de primària de 9 a 12 anys i 67 estudiants universitaris (20 anys o més). Els objectius de la investigació eren:

- Diagnosticar la cultura ambiental de l'aigua de l'alumnat i dels futurs mestres.
- Identificar la influència de les activitats realitzades durant el procés d'ensenyament i aprenentatge que expliquen les dades obtingudes.
- Construir mapes d'idees que permetin organitzar seqüències d'aprenentatge que promouen una nova cultura ambiental de l'aigua.

L'eina principal de recollida de dades

Representar els propis coneixements mitjançant dibuixos i textos és una estratègia útil per conèixer les idees de l'alumnat i analitzar-les. L'eina utilitzada per a la recollida de dades va ser elaborada en un estudi previ de Gómez-Granell et al. (1989), adaptada per Sanmartí i Pujol (1990), i ha estat actualitzada per aquesta recerca. L'activitat inclou el següent enunciat: "*Aquesta és la nova urbanització que es vol construir al costat del riu. Més amunt hi ha una fàbrica de detergents que aboca part dels residus que genera en aquest riu. Dibuixa tot el que s'hauria de fer per tal que els futurs habitants tinguessin aigua corrent i potable a les cases de manera que el consum d'energia fos el mínim i el camí que seguiria l'aigua un cop fos utilitzada. Dibuixa també el cicle natural de l'aigua i, si et cal, afegeix –hi paraules o frases–*".



Figura 3: Eina per a la recollida de dades: dibuix (adaptació Gómez-Granell, 1989) i preguntes addicionals

Els resultats més destacats

Els resultats de l'anàlisi de les representacions, juntament amb entrevistes, qüestionaris i focus-grup realitzats, ens ha mostrat que hi ha determinats continguts que presenten més dificultats d'aprenentatge respecte d'altres i que per tant, requereixen una estratègia didàctica i una dedicació més intensa que d'altres conceptes:

- Conceptes que són fàcils d'aprendre perquè ja són presents a la vida quotidiana de l'alumnat. Aquest és el cas de la circulació superficial de l'aigua, la identificació dels magatzems de l'aigua o l'evaporació (Figura 4).

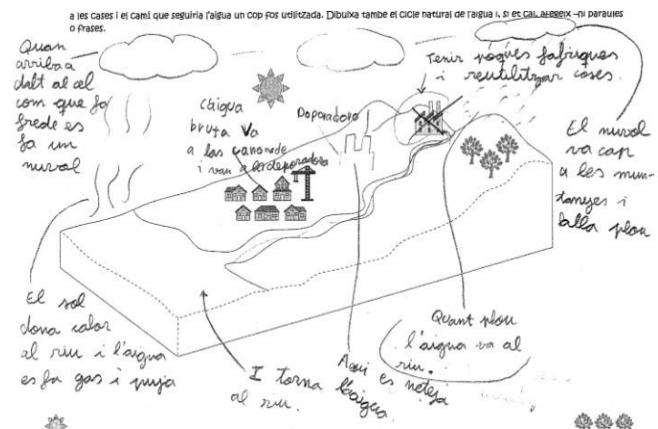


Figura 4: Exemple representació circulació superficial

- Conceptes que aprendre'ls no implica cap obstacle cognitiu. Aquest és el cas d'identificar els magatzems i la circulació subterrània de l'aigua o bé diferenciar una potabilitzadora d'una depuradora (Figura 5).

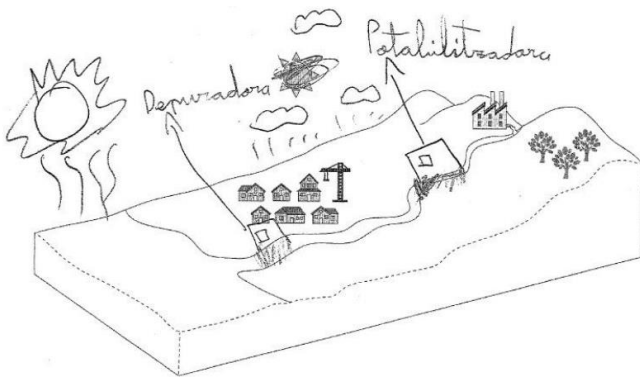


Figura 5: Exemple diferenciació tractaments.

- Conceptes complexos perquè plantegen obstacles cognitius importants que sovint estan construïts sobre idees alternatives molt arrelades. Aquest és el cas del concepte de la condensació i la formació de núvols (Figura 6).

- Cicle de l'aigua.
- Cicle depuradora.

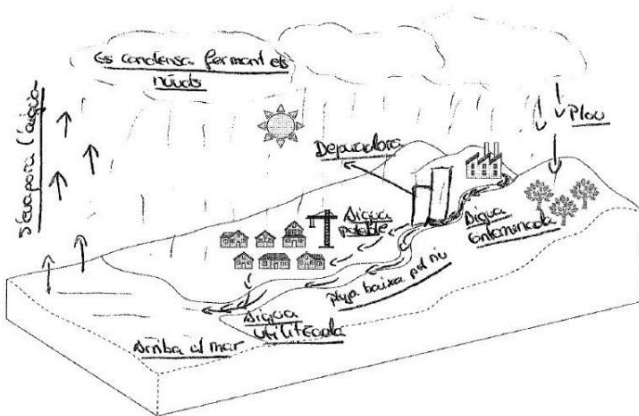


Figura 6: Exemple de model més complex

Així doncs, mentre l'evaporació és un concepte socialment generalitzat i que a més l'escola hi dedica força temps a parlar-ne, la condensació, tot i ser un concepte més complex i que presenta més dificultats d'aprenentatge, s'hi dedica menys temps del necessari (i menys activitats), fet que no contribueix a millorar-ne la comprensió.

La recerca feta ha posat en evidència que la majoria de l'alumnat, independentment de l'edat, expressa les mateixes idees i, també, que les dificultats detectades són similars. Aquest fet mostra que, a partir dels currículums aplicats, no hi ha progressió en el coneixement ni en les actituds envers la conservació de l'aigua i el seu consum.

D'altra banda, pel què fa a les consideracions didàctiques orientades a la formació d'una nova

cultura ambiental de l'aigua (FNCAA), la recerca ha permès identificar tres idees, que són de gran rellevància social i que a més, poden ajudar a formar nois i noies amb capacitat per actuar a favor de la conservació dels recursos hídrics.

- Idea 1: Reconèixer el nexa existent entre el consum d'aigua i de l'energia. Els experts (Olsson, 2012) alerten que cal energia per disposar d'aigua apta pel consum humà i ens cal aigua per extreure els combustibles fòssils necessaris per a la producció energètica. En canvi, a la recerca s'ha comprovat que l'alumnat no incorpora la variable energia en les seves argumentacions ni en les representacions del cicle de l'aigua (no dibuixen instal·lacions elèctriques que permetin el funcionament de les depuradores o potabilitzadores així com tampoc, tenen en compte de dibuixar els dipòsits d'emmagatzemament de l'aigua, ni la ubicació d'aquestes instal·lacions per afavorir que l'aigua circuli per gravetat i estalviar així energia).
- Idea 2: Afavorir noves actituds ambientals. Els experts (Hungerford i Volk, 1990) comenten que el coneixement no és suficient per afavorir actituds proambientals ja que també es requereixen processos de reflexió i activitats diverses. A la recerca s'ha comprovat que l'alumnat reproduïx actituds socialment molt acceptades (per exemple, tancar l'aixeta mentre ens rentem les dents) i no aprofundeix en actituds que són més efectives en l'ús sostenible de l'aigua, com per exemple, la reutilització, la prevenció de la contaminació o tenir en compte el consum que fem de l'aigua en els usos indirectes com per exemple, la roba (produir una samarreta de cotó consumeix 15.000 litres d'aigua) o el consum de carn (1kg en necessita 25.000 litres). També es desconeixen els conceptes d'aigua virtual o de petjada hídrica.
- Idea 3: Desenvolupar la capacitat d'argumentar els motius que justifiquen un consum més sostenible de l'aigua. Diversos autors afirmen que el coneixement científic és important per saber explicar les raons que fonamenten un comportament però que també cal aprendre a

expressar oralment i per escrit les idees i actuacions (Sanmartí et al, 2003; Sardà, 2005; Sauvé, 2010). A la recerca s'ha comprovat que l'alumnat escriu poc, i fa referència a poques idees i molt superficials, fet que indica que aprendre a argumentar necessita, a més de coneixements específics del tema, d'altres que tenen a veure amb la capacitat comunicativa.

ELS MAPES DE PROGRESSIÓ D'IDEES SOBRE L'AIGUA

La proposta de mapes d'idees plantegen un possible itinerari progressiu que ajuda a la construcció d'un coneixement científic i ambiental sobre l'aigua que s'inspiren amb els *Science concept development maps* (State Government of Victoria, 2015). Algunes de les característiques que defineixen els mapes de progressió es resumeixen en:

- Són possibles camins on desenvolupar un determinat coneixement científic al llarg de l'educació obligatòria.
- Estan formats per conceptes organitzats de menys a més complexos de manera que s'indica un possible camí a desenvolupar partint de les comprensions més simples. És a dir, indiquen "d'on partir" i "on arribar" així com "quins són els possibles camins per a fer-ho".
- Mostren relacions entre conceptes.
- Plantegen recórrer sempre el camí sencer (currículum en espiral) encara que les primeres etapes es realitzin més ràpidament. Es considera que per ensenyar determinats conceptes cal assegurar que els anteriors estan consolidats.
- Són una eina que ajuda a concretar objectius i activitats d'ensenyament-aprenentatge.

Partir d'hipòtesis de progressió en l'aprenentatge d'idees-clau, fonamentades en la recerca, per dissenyar situacions d'aprenentatge és una necessitat per evitar repetir les mateixes al llarg de l'escolaritat sense que l'alumnat arribi a interioritzar-les i sigui capaç d'activar-les per argumentar actuacions diverses (Duncan, i Hmelo-

Silver, 2009). En el cas de l'estudi del cicle de l'aigua, és ben conegut que es se'n parla a primària i a secundària, però sovint es redueix en un i altre nivell a descriure el cicle de forma similar, sense tenir en compte possibles idees alternatives a revisar, quines són les que requereixen més temps per aprendre-les i com es van construint en clau de progressió per ser assolides al final de l'educació bàsica per tot l'alumnat. Com deia Fensham (2022) podem pensar que és una quimera repensar els currículums de ciències des d'aquesta perspectiva, però si no s'avança en aquesta línia, els aprenentatges continuaran sent poc significatius.

Tal com s'ha dit anteriorment, es presenten tres mapes de progressió d'idees sobre l'aigua que estan interrelacionats entre si: mapa sobre el cicle natural de l'aigua, mapa sobre el cicle urbà de l'aigua i mapa sobre el consum i la conservació de l'aigua. També s'hi inclou un mapa de síntesis.

El punt d'inici d'aquests itineraris parteix d'aquelles idees concretes i conegudes per tothom a partir del qual es pugui progressar cap a aquelles idees més complexes a les que caldria arribar a comprendre per tenir un coneixement més profund del cicle de l'aigua.

En aquesta proposta de progressió també es suggereixen possibles preguntes que el professorat pot plantejar al grup i que es relacionen amb els coneixements que cal fer emergir, regular o construir. A més, a cada pregunta, s'identifiquen les dificultats més freqüents per tal que el professorat pugui explorar-les i planificar estratègies que ajudin a superar-les. I tant en el cas del cicle natural com el del cicle urbà, es té en compte com intervé l'energia.

El mapa sobre el consum i la conservació de l'aigua planteja una proposta de progressió en relació a les actituds proambientals per tal d'orientar al professorat sobre com afavorir una reflexió que integri nous plantejaments en relació al consum d'aigua. Per facilitar la interpretació dels mapes elaborats, consulteu primer la llegenda (figura 7).



PREGUNTA	Preguntes que un/a mestre/a pot plantejar al seu grup.
 Text de l'alerta	Continguts que requereixen més atenció i temps.
 Relació amb l'energia	Idees que requereixen un consum energètic o que fan referència al nexa aigua i energia.
Text. Text en negreta. "text entre comes"	Idees claus del model del cicle de l'aigua que responen a la pregunta plantejada (algunes destacades en negreta) i expressions que el professorat pot utilitzar per fer-les més comprensibles a l'alumnat ("text entre comes"). El color indica el nivell de complexitat del contingut.
*Relació amb altres mapes	Relacions que s'estableixen entre els tres mapes definits, la proposta de progressió i altres mapes publicats.

Figura 7: Llegenda per interpretar els mapes d'idees (elaboració pròpia)

El mapa d'idees del cicle natural de l'aigua

El mapa del cicle natural de l'aigua (figura 8) està inspirat en les conclusions d'estudis previs fets per C. Márquez (Márquez, 2005; Márquez, i Bach, 2007) en el context educatiu català. Planteja iniciar un procés d'ensenyament-aprenentatge que comenci a partir de la pregunta "*on es troba l'aigua?*", ja serà el punt de partida a partir del qual tot l'alumnat podrà fer-ne alguna aportació. També es proposa posar atenció en si l'alumnat manifesta o no l'existència de les aigües subterrànies o l'existència de l'aigua en els éssers vius.

La progressió continua amb la pregunta "*com es mou l'aigua?*" i es proposa acompanyar l'alumnat per a què identifiqui els processos d'infiltració i circulació subterrània de l'aigua. A continuació, es planteja identificar els processos que intervenen en el cicle de l'aigua (*com ho fa l'aigua per canviar de magatzem?*) i es proposa ajudar a identificar els agents causals que intervenen com l'energia del Sol. És en aquest punt quan es pot començar a introduir els vincles entre l'aigua i l'energia. Els nivells de progressió més complexos tenen relació amb la comprensió del procés de condensació de l'aigua així com la naturalesa dels núvols que han de permetre respondre a la pregunta "*com ho fa l'aigua per canviar d'estat dins d'un mateix magatzem?*". Donat que és un dels conceptes que presenten més dificultats de comprensió, caldrà dedicar més temps i realitzar activitats experimentals específiques que ajudin a comprendre'ls. Finalment, l'alumnat hauria de ser capaç de respondre a la pregunta "*per què la quantitat de l'aigua al planeta es conserva?*"

utilitzant la idea de cicle, és a dir, que hi ha un tancament de les entrades i les sortides que permet que la quantitat total d'aigua es conservi gràcies a l'acció de l'energia renovable del Sol i de la força de la gravetat.

La majoria de les fletxes del mapa ens indiquen el camí que cal seguir per afavorir una progressió de les idees des d'un punt de partida. Tanmateix, n'hi ha que ajuden a connectar amb d'altres idees diferents i n'hi ha que poden "saltar-ne". Per exemple, amb l'alumnat de cicle mitjà de primària ens pot interessar passar de la idea de circulació entre magatzems a la idea de cicle sense aprofundir en tots els processos que ho fan possible.

El mapa d'idees del cicle urbà de l'aigua

Entendre el cicle natural de l'aigua possiblement no és suficient per comprendre per quin motiu és necessari fer un ús més sostenible dels recursos hídrics. De fet, l'alumnat haurà comprovat que la quantitat d'aigua es conserva, és a dir, que l'aigua a nivell planetari no s'acaba. Per aquest motiu, és interessant aprofundir en el cicle urbà de l'aigua (figura 9) perquè d'una banda, ens ajuda a entendre millor el funcionament del medi en el qual vivim i de l'altra, perquè ens ajuda a reconèixer que el problema no és que "s'acabi l'aigua" sinó que cada vegada que l'utilitzem, la retornem al medi amb una menor qualitat i que també, cal molta energia per tornar-la a reutilitzar.

El primer nivell de progressió del mapa parteix de la pregunta "*d'on prové l'aigua que consumim?*", atès que tot l'alumnat podrà fer alguna aportació sigui anomenant punts de captació relacionats amb els magatzems naturals (rius, llacs, aigües subterrànies...) i, amb menor freqüència, amb els magatzems creats per les persones (com els embassaments). La següent pregunta de progressió plantejada ("*totes les aigües es poden beure?*") reflexiona sobre les diferents "qualitats de l'aigua" i la necessitat de fer-la apte pel consum humà a través de la potabilització. La distribució de l'aigua fins a les llars ("*com es mou l'aigua fins a les llars?*") és un nivell de progressió que permet introduir les necessitats energètiques del cicle urbà

de l'aigua així com ho fem per aconseguir un consum energètic mínim. L'alumnat sovint desconeix l'existència dels dipòsits d'emmagatzemament que permeten fer circular l'aigua per gravetat de manera que arribi a tots els edificis de la ciutat.

Un cop l'aigua és utilitzada, aquesta canvia de qualitat i per això es planteja la pregunta "com canvia la qualitat de l'aigua?". L'aigua residual i també de la pluja (que conté partícules contaminants) és canalitzada cap a la xarxa de clavegueram i conduïda cap a les estacions depuradores. És possible que l'alumnat desconegui la funció de la depuració que permet retornar l'aigua al medi amb una major qualitat. En finalitzar aquesta progressió, l'alumnat ha de ser capaç

d'explicar perquè l'aigua és un bé escàs si la quantitat global de l'aigua es conserva utilitzant conceptes com la pèrdua de qualitat de l'aigua degut a la pressió dels recursos hídrics i la gran dependència energètica per aconseguir recuperarla.

Les fletxes en sentit vertical ens indica la proposta d'organització de la progressió de les idees en un procés d'ensenyament- aprenentatge però el mapa també inclou fletxes en altres sentits, ja que connecten conceptes que poden ajudar a construir una mirada més global sobre el funcionament del cicle urbà.

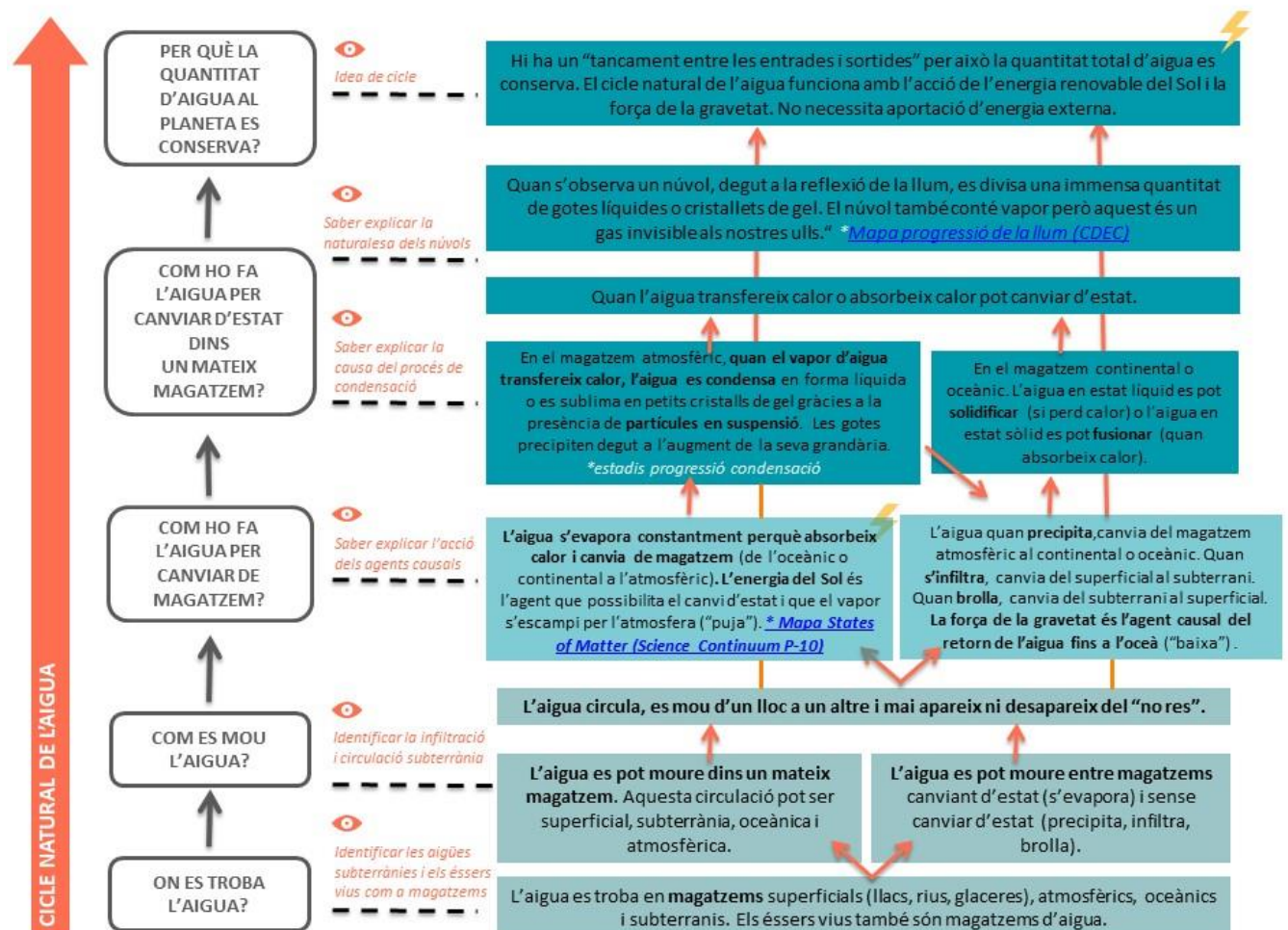


Figura 8: Mapa d'idees del cicle natural de l'aigua (elaboració pròpia).

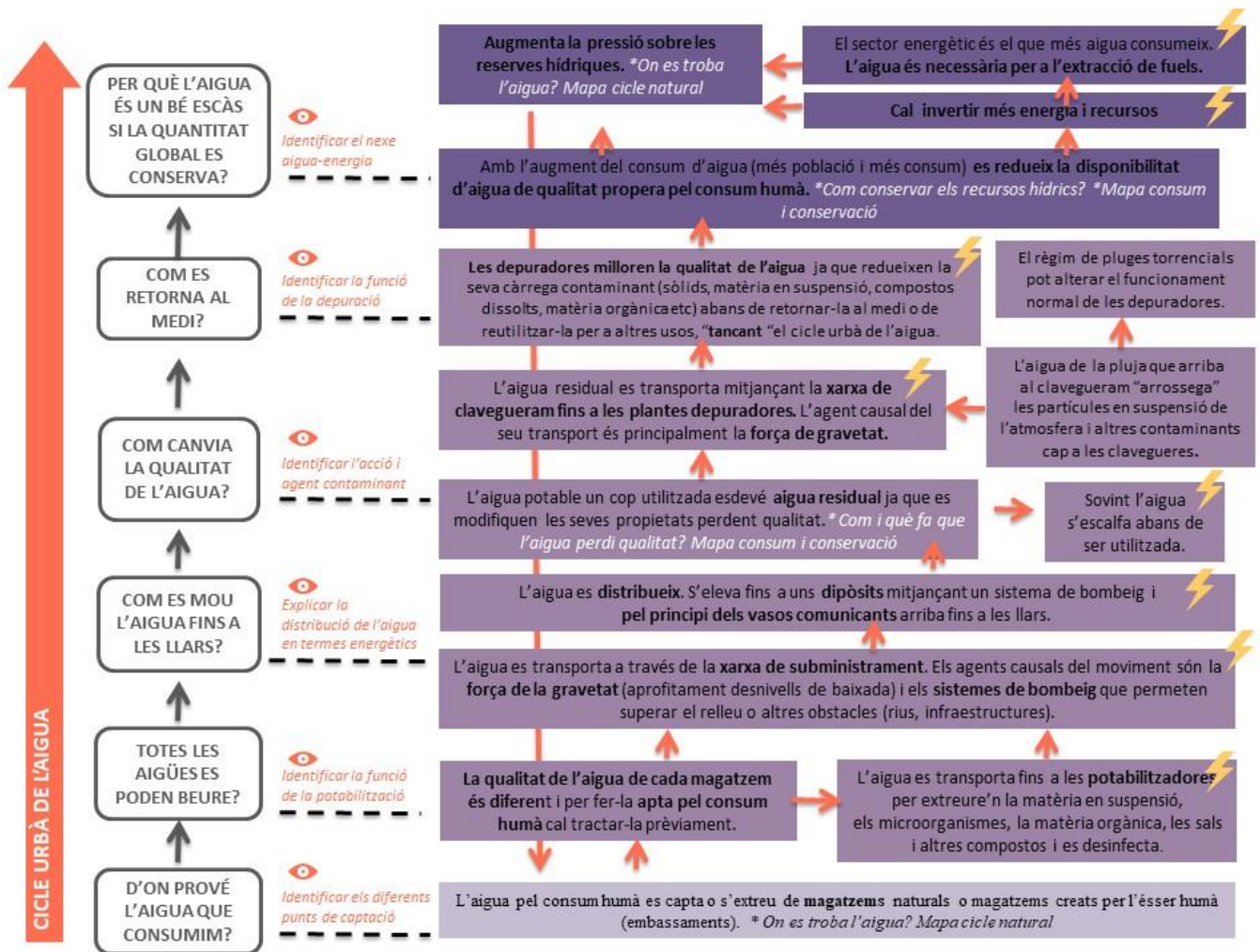


Figura 9: Mapa d'idees del cicle urbà de l'aigua (elaboració pròpia)

El mapa d'idees del consum i la conservació de l'aigua

Comprendre el cicle natural i urbà de l'aigua així com saber explicar els arguments pels quals cal fer un bon ús dels recursos hídrics sovint no són condició suficient per promoure uns bons hàbits o un canvi d'hàbits en l'alumnat. Per aquest motiu és interessant plantejar preguntes i activitats que ajudin a reflexionar sobre el consum dels recursos hídrics i la seva conservació (figura 10).

Es planteja començar la progressió per la pregunta "per a què es necessita l'aigua?" per fer emergir idees relacionades amb la necessitat vital de tots els éssers vius però també amb la necessitat de satisfer altres necessitats humanes.

La següent progressió ("com es consumeix l'aigua?") planteja que l'alumnat prengui consciència que l'aigua es pot consumir directament (l'aigua que es "beu", per exemple) però també dels consums indirectes (l'aigua que no es "veu") com per exemple, l'aigua que es necessita per a la producció de béns i serveis i que pot fer-se visible a través dels conceptes de la petjada hídrica o l'aigua virtual. Sovint l'alumnat no és conscient que el consum indirecte de l'aigua és 30 vegades superior que el consum directe (Olsson, 2012a). En el mapa també s'ha inclòs com a idea-clau l'aigua necessària per a l'extracció dels recursos energètics, per fer visible més aquest nexa aigua-energia.

Entendre "com i què fa que l'aigua perdi qualitat?" així com "com es pot saber la qualitat de

l'aigua?" són preguntes importants per poder argumentar que per conservar els recursos hídrics cal incloure decisions en els actes de consum que afavoreixin aquells productes i serveis que han tingut més cura de la preservació del medi ambient i no només a accions d'estalvi en els usos directes de l'aigua. Finalment, l'alumnat hauria de ser capaç de respondre a la pregunta "per què cal fer un ús més sostenible de l'aigua?" amb arguments que interrelacionen el cicle natural i urbà de l'aigua i tenint en compte les despeses energètiques que permeten aconseguir que l'aigua pugui ser retornada al medi natural amb una qualitat acceptable o torni a ser apta pel consum humà.

En el cas d'aquest darrer mapa, el color de les caixetes -que indiquen la complexitat de les idees (més clar, més senzill)- no segueix la mateixa progressió (de clar a fosc) que en els altres mapes. Això s'explica, perquè es poden trobar idees de diferent complexitat en un mateix nivell de pregunta (per exemple, a la pregunta *per a què es necessita aigua?*) o enmig de la progressió (per exemple, a la pregunta *com es pot saber la qualitat de l'aigua?*). Per tant, els colors foscos de les caixetes indiquen continguts per aprofundir en cursos més avançats de l'educació secundària i que per tant, en etapes anteriors són conceptes que es poden plantejar de manera més introductòria o adaptada.

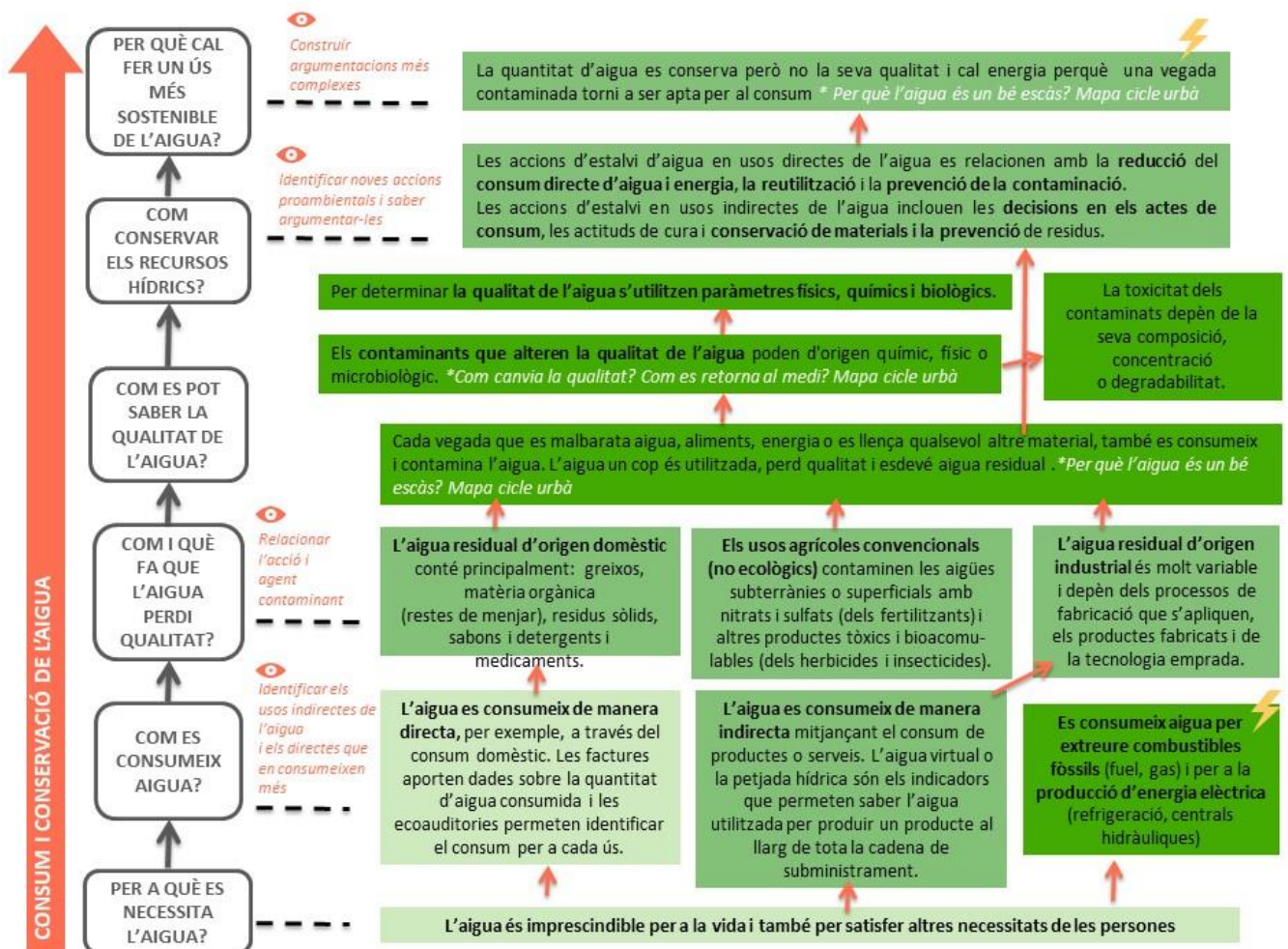


Figura 10: Mapa d'idees del consum i la conservació de l'aigua (elaboració pròpia).

Els mapes de síntesis

Els mapes de síntesis (figura 11 i 12) resumeixen les preguntes i les idees-clau més importants dels continguts dels tres mapes de progressió. Les preguntes inicials (part inferior) són aquelles a partir de les quals es proposa iniciar un procés d'ensenyament-aprenentatge. Els mapes de progressió sempre plantegen començar pel nivell

més bàsic per anar avançant per les diferents etapes segons el ritme que ho requereixi el grup-classe i finalitzar, en aquell nivell que correspongui segons els objectius del curs. Així doncs, sempre es comença pel principi però no sempre caldrà arribar al nivell més superior. Tanmateix, s'espera que en finalitzar l'educació obligatòria, l'alumnat sigui capaç d'arribar a respondre les preguntes del nivell més superior.

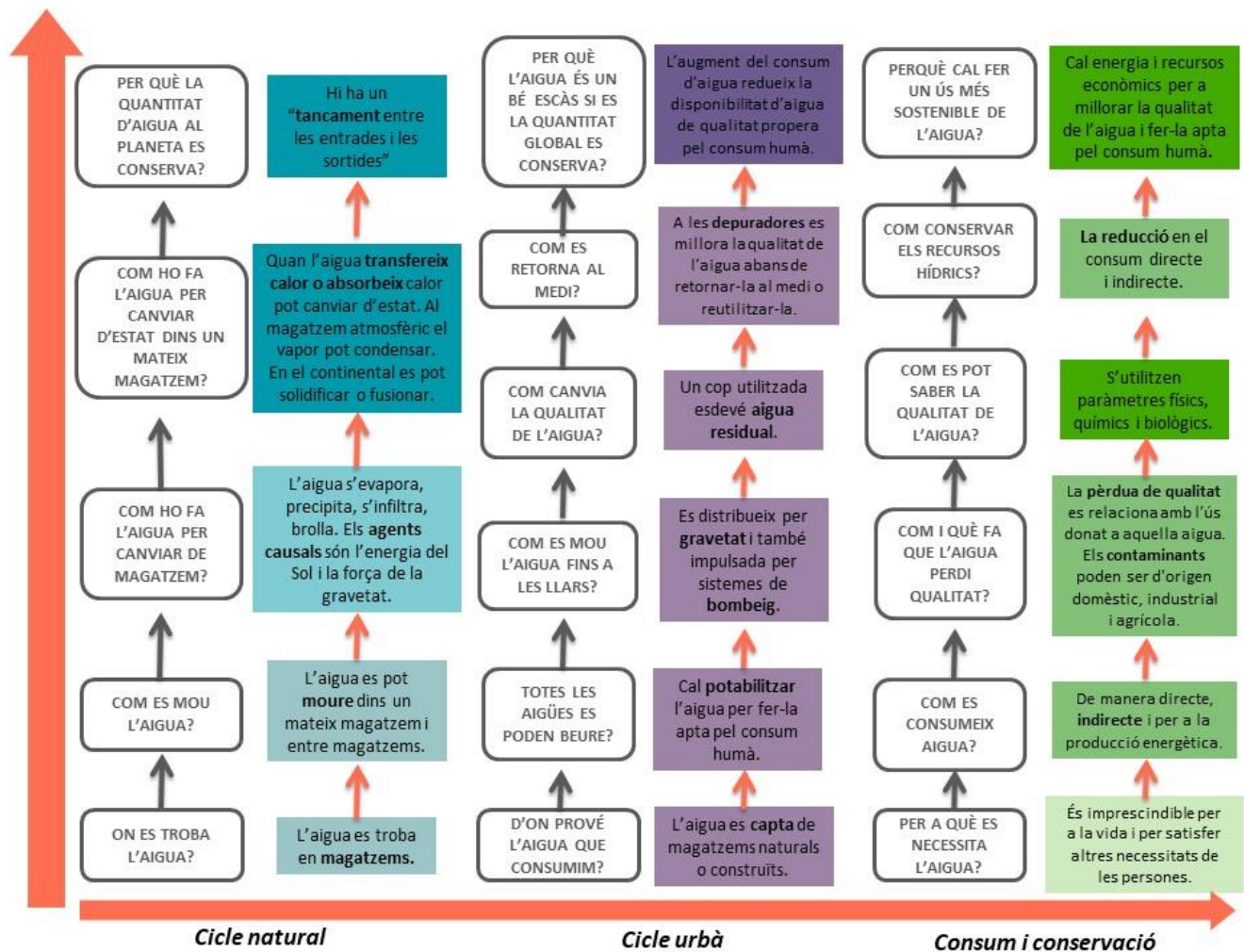


Figura 11: Mapa de síntesis que inclou les preguntes i les idees clau dels 3 mapes (elaboració pròpia)

MAPA D'IDEES PER ORIENTAR A LA FORMACIÓ DE LA CULTURA AMBIENTAL DE L'AIGUA

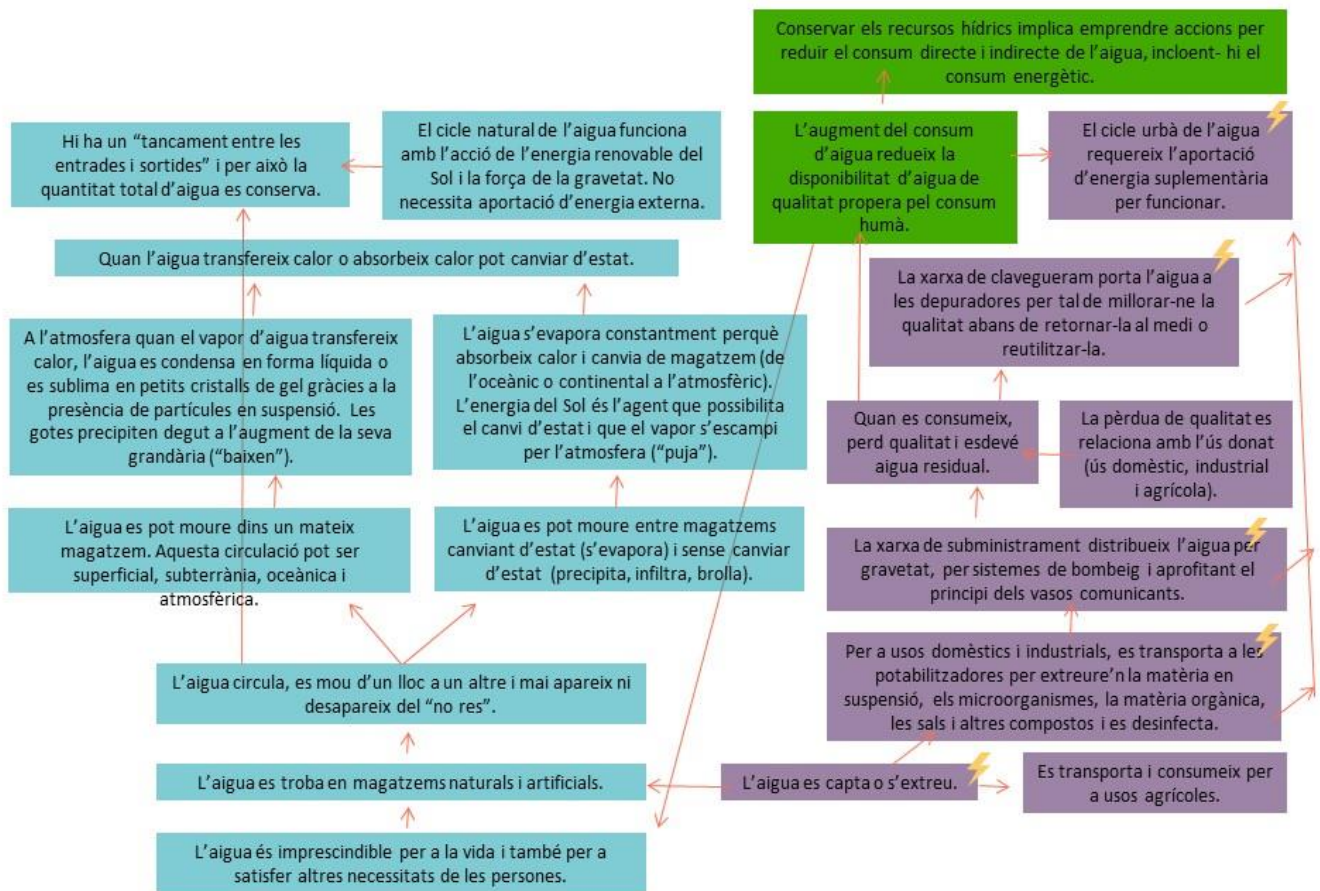


Figura 12: Mapa d'idees per orientar la formació d'una nova cultura ambiental de l'aigua (elaboració pròpia)

REFLEXIONS FINALS

Aquests mapes d'idees per educar a favor d'una nova cultura ambiental de l'aigua han estat elaborats a partir de diverses recerques educatives i pretenen ser una eina útil per al professorat per organitzar millor les seves propostes d'ensenyament-aprenentatge sobre l'aigua així com també, per a d'altres agents educatius (educadors ambientals, institucions o empreses) que realitzin activitats, assessoraments, formació o que generin recursos educatius sobre l'aigua.

Cal afegir que per aconseguir un aprenentatge profund no n'hi haurà prou en "explicar" els sabers relacionats amb cada fase de la progressió proposada, sinó que serà imprescindible organitzar activitats que permetin la construcció d'aquests

sabers, identificats en els mapes. Seria aconsellable que aquestes activitats siguin diverses, tinguin en compte el cicle d'aprenentatge, incloguin activitats experimentals i visites a instal·lacions o que es connectin amb l'entorn on viuen els i les alumnes.

D'altra banda, l'eina de recollida de dades utilitzada en aquesta recerca pot ser útil per explorar a l'aula les idees prèvies de l'alumnat o per sintetitzar-les i, fins i tot per comprovar (avaluar i regular) què es va aprenent (figura 13). Les diverses representacions que poden realitzar els i les alumnes donen peu a un debat interessant que permet posar sobre la taula tots aquells aspectes que coneixen i desconeixen del cicle de l'aigua.

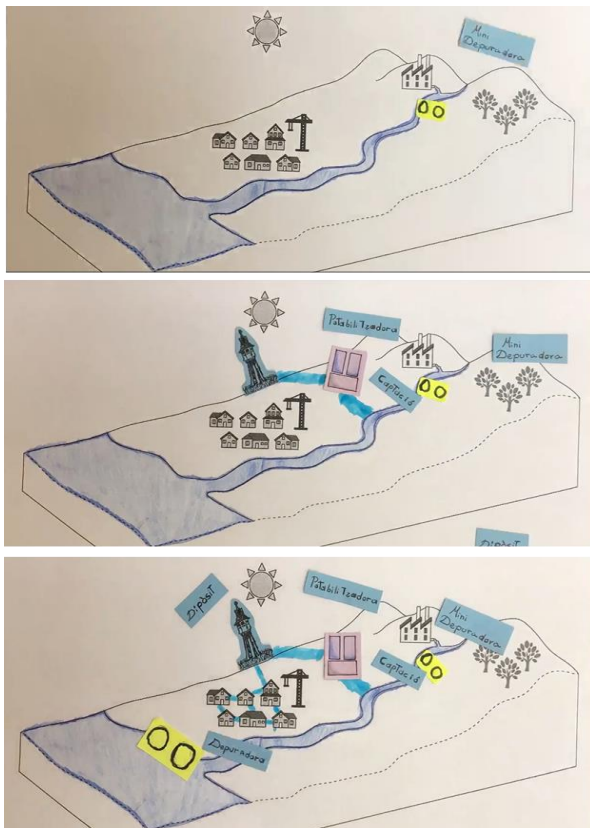


Figura 13: Diferents fotogrames d'un video fet amb tècnica Stop-Motion per part d'alumnat de primària.

Les progressions d'aprenentatge poden esdevenir una eina útil per organitzar situacions d'aprenentatge contextualitzades en temàtiques d'actualitat, concretar objectius i criteris d'avaluació que, com aquesta, està vinculada a l'emergència climàtica i a diversos ODS.

BIBLIOGRAFIA

- Achotegui-Castells, A., Calvo, E. M., Pelejero, C., Simó, R., Ballesteros, E., i Estrada, M. (2016). *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Generalitat de Catalunya.
- Breiting, S., Hedegaard, K., Mogensen, F., Nielsen, K., i Schnack, K. (2009). *Action competence, conflicting interests and Environmental Education*. Aarhus University.
- Bar, V., i Travis, A. S. (1991). Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 363–382. <https://doi.org/10.1002/tea.3660280409>
- Bach, J., i Brusi, D. (1988). Reflexiones y recursos sobre la didáctica del ciclo del agua. *Henares. Revista de Geología*, 2, 223–232. <http://hdl.handle.net/10017/10748>
- Castellort, A., i Sanmartí, N. (2013). El aprendizaje interrelacionado de contenidos de ciencias y actitudes ambientales en la Educación Primaria. *Revista Enseñanza de Las Ciencias*, Número ext, 726–731.
- Castellort, A., i Sanmartí, N. (2015). Actividades que contribuyen a la promoción de una nueva cultura del agua. *Comunicações*, 22, 363–389. Recuperat el 26 d'octubre de 2020 <https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/comunicacoes/article/view/2340/1599>
- Castellort, A. (2015). Educar a favor d'una nova cultura ambiental de l'aigua. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. Accèssit del XVIIè Premi Batec a la recerca i innovació educatives. Recuperat de: https://educacio.paeria.cat/lleida-participa/premi-batec/educar_culturaaigua.pdf
- Connor, R. Koncagül, Engin (2014). *The United Nations world water development report 2014: water and energy*. UNESCO publishing. Recuperat de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000225741_eng
- Duncan, R. G., i Hmelo-Silver, C. E. (2009). Learning progressions: Aligning curriculum, instruction, and assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 606–609. <https://doi.org/10.1002/tea.20316>
- Fensham, P. J. (2022). Progression in School Science Curriculum: a Rational Prospect or a Chimera? *Research in Science Education*, 52(1), 65–72. <https://doi.org/10.1007/s11165-022-10092-4>
- Generalitat de Catalunya (2016). Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya. Recuperat de http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/tercer-informe-sobre-canvi-climatic-catalunya/TERCER INFORME CANVI CLIMATIC_web.pdf
- Gunckel, K. L., Covitt, B. A., Salinas, I., i Anderson, C. W. (2012). A learning progression for water in socioecological systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 843–868.

- <https://doi.org/10.1002/tea.21024>
- Hungerford, H. R., i Volk, T. L. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *Journal of Environmental Education*, 21(3), 8–22. <https://doi.org/10.1080/00958964.1990.10753743>
- Márquez, C., i Roca, M. (2001). El cicle de l'aigua, una altra vegada. A: *Guix*, 275, 42–48.
- Márquez, C. (2005). Treballar el cicle de l'aigua des de la perspectiva dels models explicatius. *Perspectiva Escolar*, 292, 26–34. <http://hdl.handle.net/11162/12723>
- Márquez, C., i Bach, J. (2007). Una proposta de anàlisi de las representaciones de los alumnos sobre el ciclo del agua. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 15(3), 280–286.
- Márquez, C. (2006). Pensar i veure el món a través del concepte de cicle. *Ciències. Revista Del Professorat de Ciències de Primària I Secundària*, (4), 32–37 <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.305>
- Martínez Gil, J. (2007). Los problemas del agua en España: análisis de una realidad. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 15(3), 228–239.
- Olsson, G. (2012). *Water and energy: threats and opportunities*. IWA Publishing.
- Piaget, J. (1981). *La representación del mundo en el niño*. Morata.
- PNUD. (2006). *Informe sobre desarrollo humano 2006. Mas allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Recuperat de: http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2006_es_completo.pdf
- Sanmartí, N., i Pujol, R. M. (1990). Barcelona i l'aigua. Materials experimentals. Projecte Alcides. Direcció de Serveis Pedagògics. Institut Municipal d'Educació de l'Ajuntament de Barcelona.
- Sanmartí, N., i Pujol, R. M. (2002). ¿Qué comporta “capacitar para la acción” en el marco de la escuela? *Investigación En La Escuela*, 46, 49–54. <http://hdl.handle.net/11441/60514>
- Sardà, A. (2005). Enseñando a argumentar en torno a la educación ambiental. *Quaderns Digitals*.
- Sauvé, L. (2010). Educación científica y educación ambiental: un cruce fecundo. *Enseñanza de Las Ciencias*, 28(1), 5–18.
- Shepardson, D. P., Wee, B., Priddy, M., i Harbor, J. (2009). Water transformation and storage in the mountains and at the coast: midwest students' disconnected conceptions of the hydrologic cycle. *International Journal of Science Education*, 31(11), 1447–1471. <https://doi.org/10.1080/09500690802061709>
- Shepardson, D. P., Wee, B., Priddy, M., i Harbor, J. (2007). Students' mental models of the environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 327–348. <https://doi.org/10.1002/tea.20161>
- State Government of Victoria. (2015). Science concept development maps. *Department of Education and Training*. Recuperat de: <http://www.education.vic.gov.au/school/teachers/teachingresources/discipline/science/continuum/Pages/conceptmaps.aspx>
- United Nations. (2014). *The United Nations World Water Development Report 2014: Water and Energy*. (UNESCO, Ed.). Paris: World Water Assessment Programme.
- Weissmann, H., Rodríguez, C. L., Jurado, A., i Pomeroy, M. (2013). La Agenda 21 Escolar de Barcelona: una experiencia innovadora. In *Ciudades y pueblos que puedan durar. Políticas locales para una nueva época* (Vol. 2013, pp. 59–72). Icaria.
- World Water Assessment Programme. (2013). UN-Water analytical brief on water security and the global water agenda. Recuperat de: <http://www.unwater.org/topics/water-security/en/>