



Altres disposicions

Correcció d'errata

Correcció d'errata del 21-9-2022 relativa a una correcció en el Programa de ciències físiques i de la natura de segona ensenyança de l'Escola Andorrana.

Vist que s'ha constatat un error de transcripció en el Programa de ciències físiques i de la natura de segona ensenyança de l'Escola Andorrana, publicat al BOPA núm. 90, de data 27-7-2022, es torna a publicar íntegrament.

Cosa que es fa pública per a coneixement general.

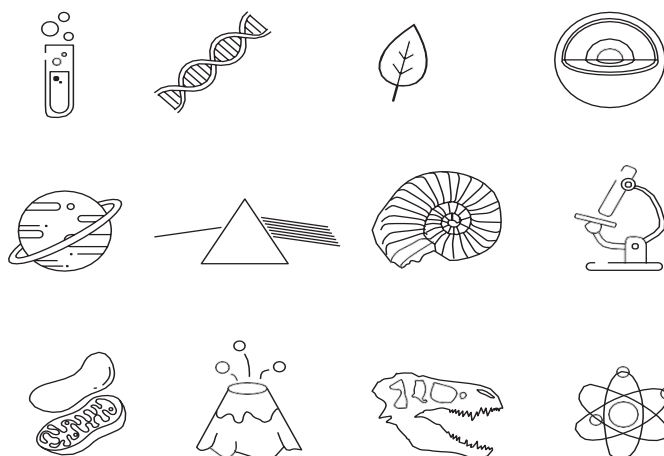
Andorra la Vella, 21 de setembre del 2022

Per delegació

Jordi Gallardo Fernández

Ministre de Presidència, Economia i Empresa

CFN



Programa de ciències físiques i de la natura de segona ensenyança de l'Escola Andorrana

Ministeri d'Educació i Ensenyament Superior



Govern d'Andorra



BOPA

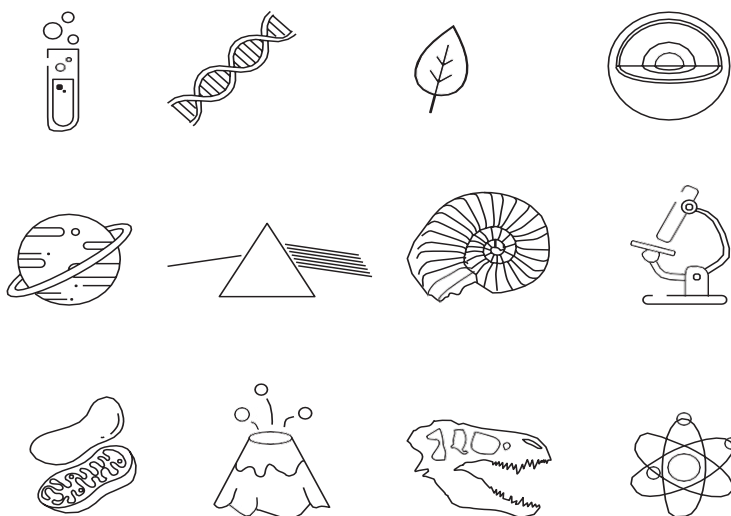
Butlletí Oficial del
Principat d'Andorra

Núm. 115

28 de setembre del 2022

3/74

2 | Programa de ciències físiques i de la natura



Programa de ciències físiques i de la natura de segona ensenyança de l'Escola Andorrana

Ministeri d'Educació i Ensenyament Superior



Govern d'Andorra

3 Programa de ciències físiques i de la natura



Programa de ciències físiques i de la natura de segona ensenyança de l'Escola Andorrana

Aquest programa correspon a l'annex del Decret del 20-7-2022 de publicació del Programa de ciències físiques i de la natura de segona ensenyança de l'Escola Andorrana

Coordinat per: Salvador Sala, cap de l'Àrea d'Ordenament Curricular

Grup de redacció del Programa

Aureli Camaño, doctor en química per la Universitat de Barcelona, formador del professorat de ciències i codirector de les revistes *Alambique* i *Educació Química Edu Q*

Rebeca Prats, tècnica especialitzada de l'Àrea d'Ordenament Curricular, coordinadora del grup de redacció

Miquel Pérez, tècnic especialitzat de l'Àrea d'Ordenament Curricular, coordinador del grup de redacció

ISBN: AND.274-2022

Dipòsit legal: 978-99920-0-944-4

Adreça i contacte

Àrea d'Ordenament Curricular

Ministeri d'Educació i Ensenyament Superior

Avinguda Rocafort, 21-23. AD600 Sant Julià de Lòria

www.educacio.ad

Índex

Introducció	6
Competències específiques	8
C1. Modelitzar sistemes i fenòmens físics i naturals	9
Orientacions didàctiques de la C1	10
Criteris d'avaluació de la C1	12
Expectatives de final de cicle de la C1	12
C2. Investigar sistemes i fenòmens físics i naturals	16
Orientacions didàctiques de la C2	17
Criteris d'avaluació de la C2	19
Expectatives de final de cicle de la C2	19
C3. Argumentar sobre qüestions sociocientífiques, mediambientals i de salut	23
Orientacions didàctiques de la C3	24
Criteris d'avaluació de la C3	27
Expectatives de final de cicle de la C3	27
Recursos d'aprenentatge	31
Bloc 1. L'univers i la Terra	33
Orientacions didàctiques del bloc 1	36
Bloc 2. Energia i sostenibilitat	37
Orientacions didàctiques del bloc 2	40
Bloc 3. Els materials i el medi ambient	41
Orientacions didàctiques del bloc 3	44
Bloc 4. La revolució genètica	46
Orientacions didàctiques del bloc 4	49
Bloc 5. L'origen de la vida i la diversitat dels éssers vius	51
Orientacions didàctiques del bloc 5	54
Bloc 6. Viure més i millor	56
Orientacions didàctiques del bloc 6	59
Quadres de síntesi	61
Quadre de síntesi de la C1	62
Quadre de síntesi de la C2	66
Quadre de síntesi de la C3	70



BOPA

Butlletí Oficial del
Principat d'Andorra

Núm. 115

28 de setembre del 2022

7/74

Introducció

La finalitat de l'àrea de ciències físiques i de la natura és aconseguir que els alumnes coneguin i utilitzin les idees bàsiques d'aquestes ciències per interpretar i comprendre els fenòmens físics i naturals que els envolten, els de la Terra i de l'univers, i que sàpiguen comunicar-los a través d'un llenguatge científic apropiat.

L'educació científica en aquest nivell educatiu s'ha de plantejar de forma contextualitzada, partint de problemes o esdeveniments reals amb rellevància social, sempre que es pugui. Aquest enfocament despertarà l'interès de l'alumnat i facilitarà un context adequat per formular preguntes i emprendre processos d'indagació i de modelització, que constitueixen els objectius fonamentals per a l'adquisició de la competència científica. D'aquesta manera, i com a criteri de selecció dels coneixements que cal ensenyar, s'han introduït una sèrie de qüestions o problemàtiques de ciència, tecnologia i societat (CTS), que serveixen com a guia per treballar els blocs de recursos del programa i el desenvolupament competencial.

És important tenir en compte que aprendre ciència no s'ha de limitar a obtenir un cert coneixement i comprensió del món natural i dels efectes que hi té l'activitat humana. També és important que l'alumnat compregui els sistemes utilitzats per generar i avaluar el coneixement científic, és a dir, els procediments i les maneres de raonar i argumentar que la comunitat científica utilitza per posar a prova les hipòtesis i avaluar les evidències, així com els contextos socials que condicionen la manera en què aquest coneixement s'obté, es comunica i es defensa. I també cal ser conscient de l'evolució de les idees científiques al llarg de la història. Aquesta comprensió de la naturalesa de la ciència ha de permetre als alumnes discernir el que és la ciència del que no ho és.

A més, per fomentar el desenvolupament d'una cultura i d'una ciutadania democràtiques s'han destacat els aspectes del programa que hi estan relacionats. En efecte, es representa el model competencial del Marc de referència de competències d'una cultura democràtica del Consell d'Europa. Aspectes com la formació d'una ciutadania activa i responsable, amb consciència crítica, capaç de respectar els altres, col·laborar pel bé de la col·lectivitat i participar en una societat democràtica i plural, s'indiquen en endavant amb el símbol¹.



¹ La relació amb les competències d'una cultura democràtica del Consell d'Europa s'indica amb el símbol següent:



7 Programa de ciències físiques i de la natura

Competències específiques

La competència científica es refereix al desenvolupament de les capacitats imprescindibles per a l'alfabetització científica dels alumnes que els permeti elaborar explicacions científiques sobre els fenòmens físics i naturals, planificar i fer indagacions per obtenir respostes científicament vàlides als problemes de caràcter científic que es poden plantejar, comprendre els trets característics de la ciència i la indagació científica, i documentar-se, argumentar i prendre decisions personals i socials sobre el món natural i els canvis que l'activitat humana hi genera.

Per desenvolupar la competència científica s'han triat tres competències específiques per a l'àrea de CFN: 1. Modelitzar sistemes i fenòmens físics i naturals, que ha de permetre descriure, interpretar i comprendre els fenòmens físics i naturals que ens envolten i fer-ne prediccions; 2. Investigar sistemes i fenòmens físics i naturals, que ha de permetre aprendre les destreses i els procediments propis de la indagació científica, com ara la classificació, la cerca de regularitats, la formulació d'hipòtesis, la planificació dels procediments experimentals per a la recollida de dades, l'obtenció i interpretació de les dades, l'extracció de conclusions i la comunicació dels resultats, i 3. Argumentar sobre qüestions sociocientífiques, mediambientals o de salut sobre la base de les proves i els coneixements científics disponibles, tenint en compte consideracions ètiques, socials i econòmiques. Aquesta competència ha de permetre valorar críticament les aportacions de la ciència i la tecnologia i justificar l'adopció de mesures per a la conservació del medi ambient, el desenvolupament sostenible i la minimització de l'exposició als riscos naturals, així com l'adquisició d'hàbits saludables individuals i col·lectius.

El desenvolupament d'aquestes tres competències contribueix que l'alumne es qüestionï la realitat amb esperit crític i amb actitud innovadora. La indagació, la modelització i l'argumentació permeten que l'alumne compregui l'entorn i el món que l'envolta i hi interaccionï amb voluntat de millorar-los. L'esperit crític, la presa de consciència dels grans problemes sociocientífics, de salut i mediambientals, i l'autonomia personal i de raonament possibiliten que l'alumne es formi com un ciutadà crític i responsable.

C1. Modelitzar sistemes i fenòmens físics i naturals



Modelitzar sistemes i fenòmens físics i naturals de la realitat és **construir-ne una representació simplificada per descriure'ls, interpretar-los i fer prediccions**. La modelització com a competència implica la capacitat de construir models, d'usar-los, de comparar models alternatius, d'avaluar-los i de revisar-los, si escau.²



Aquesta competència dona sentit a les ciències com a eina per **interpretar i comprendre els fenòmens físics i naturals, els de la Terra i l'univers, i poder actuar de manera crítica per resoldre situacions de la vida real**. Construir explicacions a partir d'un model significa utilitzar un model per descriure com és un sistema i explicar com canvia i quines són les causes d'aquest canvi. Les explicacions s'han de justificar a partir de les dades disponibles, i es converteixen així en proves de l'explicació que es proposa per a un fenomen.³



La modelització comporta descriure l'estructura (elements i propietats) d'un sistema, les relacions entre els seus elements o propietats, el mecanisme de funcionament del sistema, les causes i els efectes dels canvis que tenen lloc, els fluxos i els cicles de matèria i d'energia, etc.

Per explicar un sistema es poden construir diferents models. A mesura que vulguem explicar i interpretar més fenòmens caldrà fer més complex el model introduint-hi nous elements o regles de comportament. Moltes vegades s'usen analogies per descriure i explicar un fenomen; és a dir, s'utilitzen explicacions analògiques.⁴



Expressar un model en diferents llenguatges i nivells organitzatius significa fer ús de diferents tipus de representacions: verbals, gràfiques, simbòliques, materials, matemàtiques, etc. per comunicar les idees essencials del model i poder-les avaluar. Aquesta representació es pot fer a diferents escales o nivells estructurals i organitzatius.⁵



² Es relaciona amb les competències d'una cultura democràtica del Consell d'Europa: 4, "Obertura a la diversitat cultural i a altres creences, visions del món i pràctiques"; 8, "Autoeficàcia"; 9, "Tolerància a la ambigüitat"; 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 12, "Habilitats d'escolta i observació"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

³ Es relaciona amb les competències d'una cultura democràtica del Consell d'Europa: 4, "Obertura a la diversitat cultural i a altres creences, visions del món i pràctiques"; 8, "Autoeficàcia"; 9, "Tolerància a la ambigüitat"; 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 12, "Habilitats d'escolta i observació"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

⁴ Es relaciona amb les competències d'una cultura democràtica del Consell d'Europa: 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 12, "Habilitats d'escolta i observació"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

⁵ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

9 Programa de ciències físiques i de la natura

En química s'elaboren i usen models macroscòpics i models submicroscòpics en diferents nivells (mesoscòpic, molecular, atòmic i subatòmic); en física, s'usen models cosmològics, macroscòpics, atòmics, subatòmics i subnuclears; en geologia es fan servir des de models geològics fins a models dels cristalls; en biologia, els models es plantegen en els nivells d'ecosistema, població, organisme, sistema, aparell, teixit, cel·lular i molecular. Cada nivell es caracteritza per presentar propietats específiques que no són en l'anterior. Les progressives representacions en diferents nivells milloren la capacitat explicativa i predictiva dels models.

Fer prediccions amb un model implica determinar com es veurà afectat el comportament del sistema en variar determinades condicions. Les prediccions sempre són formulades a partir d'un model considerat vàlid, mentre que les hipòtesis són explicacions temptatives que es fan a partir de les idees prèvies sobre el sistema en estudi en la fase inicial de modelització. En moltes situacions serà necessari utilitzar representacions gràfiques i matemàtiques per poder fer prediccions més precises.⁶

Validar un model en funció de les dades implica valorar l'adequació de les explicacions, és a dir, comprovar el seu encaix amb les dades disponibles i les teories existents.⁷ Si les explicacions són adequades i coherents amb el conjunt de les dades, el model es pot considerar vàlid. En cas contrari, caldrà revisar el model, modificant els seus elements o les seves regles de funcionament.

Orientacions didàctiques de la C1

La modelització compleix un rol fonamental en la construcció del coneixement científic i també en l'ensenyament de les ciències. La construcció i la revisió de models brinden a l'alumne una oportunitat de participar en discussions similars a les que porten a terme els científics en explorar, construir, expressar, consensuar, aplicar i revisar models. Aquest procés és més efectiu quan els alumnes són capaços de construir i criticar els seus propis models científics amb l'ajut del professorat.⁸ D'aquesta manera els alumnes poden no només entendre les idees centrals de les diferents disciplines, sinó guanyar coneixement epistèmic, és a dir, comprendre com es construeixen i avaluen les idees científiques. Es tracta de promoure una ciència escolar en què s'aprenen les idees científiques alhora que s'aprèn com es generen, s'usen i s'avaluen. Els models, si es presenten de forma magistral, no permeten abordar un procés de modelització i, per tant, no són efectius per canviar les concepcions o models alternatius dels alumnes. Els termes científics, les definicions dels conceptes i les teories han de ser el punt d'arribada en els processos de modelització i no el punt de partida.

L'elaboració de models per explicar i representar els fenòmens físics i naturals pot fer-se seguint una sèrie d'etapes: s'anima els alumnes a proposar explicacions i expressar els models verbalment i visualment; es fan prediccions amb els models proposats; es posen a prova els models contrastant aquestes prediccions amb dades, que poden ser obtingudes a partir del disseny i l'execució d'experiments o bé a través de fonts secundàries (Internet, llibres de consulta, articles científics, etc.); es justifiquen els models proposats en funció de les dades; s'avaluen el model i les explicacions pròpies enfront dels models i les explicacions

⁶ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 4, "Obertura a la diversitat cultural i a altres creences, visions del món i pràctiques"; 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

⁷ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 4, "Obertura a la diversitat cultural i a altres creences, visions del món i pràctiques"; 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

⁸ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 4, "Obertura a la diversitat cultural i a altres creences, visions del món i pràctiques"; 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

10 | Programa de ciències físiques i de la natura

proposades per altres companys, s'estructuren les idees en un model final consensuat i s'explora el camp d'aplicació del model aplicant-lo a diferents sistemes o fenòmens relacionats.

En l'elaboració de models es pot fer ús d'analogies o metàfores. Mitjançant l'analogia comparem el sistema o fenomen que volem explicar amb un altre constituït per elements que tothom pot identificar fàcilment; per exemple, compararem l'estructura de l'ull amb l'estructura d'una càmera fotogràfica o el funcionament d'una cèl·lula amb el funcionament d'una fàbrica.⁹ Els models didàctics analògics són una bona estratègia d'elaboració de models. Mitjançant la metàfora al·ludim a un fet conegut per explicar una característica del sistema; per exemple, utilitzem una metàfora quan denominem "tensió superficial" a l'energia superficial dels líquids, per imaginar-nos que la superfície dels líquids es comporta de manera similar a una membrana en tensió.

La representació dels models teòrics ve facilitada per l'ús de dibuixos, maquetes, models mecànics, animacions, simulacions digitals, etc.

Una de les fases més importants de la modelització és aquella en què les afirmacions o idees expressades en el model s'intenten justificar a partir de les observacions o les dades. Els alumnes han de defensar els seus propis arguments i trobar punts febles en els arguments dels altres, si consideren que no són adequats; i, arribat el cas, han de ser capaços de reconèixer que els arguments d'altres poden ser millors. Les idees dels alumnes s'han de confrontar també amb les idees proporcionades pel professorat.¹⁰

En totes les etapes de la modelització la interacció dialògica o conversació didàctica entre els alumnes i entre el professorat i l'alumnat és essencial. A través del diàleg s'aproximen les maneres de pensar i de parlar quotidianes a les científiques, ja que les idees intuïtives dels estudiants sobre la majoria dels fenòmens i els models científics no solen coincidir. La modelització a l'aula requereix l'ús d'estratègies dialògiques, com formular qüestions, demanar aclariments, contraargumentar, animar a fer comparacions, etc.¹¹

Una de les característiques d'un bon model és que permet fer prediccions que es poden contrastar experimentalment. La confirmació de les prediccions efectuades ens permet guanyar confiança en la validesa del model. Cal, doncs, treballar amb els alumnes aquesta fase de fer prediccions i contrastació experimental. Per exemple, el model cineticorpuscular dels gasos ens permet predir que si es redueix a la meitat el volum d'un gas, la seva pressió es farà doble. Aquesta predicció la podem confirmar experimentalment, dissenyant i portant a terme un experiment en què variem el volum d'una mostra de gas i mesurem el volum i la pressió.

Les taules de valors, les representacions gràfiques i les equacions matemàtiques dels fenòmens físics ens permeten fer prediccions quantitatives de forma molt eficaç. També els programes informàtics que permeten fer prediccions mitjançant la gestió d'un gran nombre de dades.

Al llarg dels cursos es produeix una progressió en els models que es van elaborant per explicar els fenòmens. La progressió en els models implica el pas de models descriptius a models interpretatius o teòrics. En els models descriptius es consideren les propietats observables i mesurables dels fenòmens i s'elaboren explicacions en termes de propietats macroscòpiques. Per exemple, l'elaboració d'un model per explicar la flotabilitat dels cossos d'acord amb la menor densitat del cos respecte de la del fluid.

⁹ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

¹⁰ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 4, "Obertura a la diversitat cultural i a altres creences, visions del món i pràctiques"; 9, "Tolerància a la ambigüitat"; 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 18, "Coneixement i comprensió crítica d'un mateix"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

¹¹ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 4, "Obertura a la diversitat cultural i a altres creences, visions del món i pràctiques"; 9, "Tolerància a la ambigüitat"; 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 18, "Coneixement i comprensió crítica d'un mateix"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

¹¹ Programa de ciències físiques i de la natura

En canvi, els models interpretatius o teòrics permeten explicar el fenomen amb més profunditat, ja que estan fonamentats en propietats teòriques del model i busquen explicar el perquè del fenomen. Per exemple, utilitzem un model interpretatiu quan expliquem la flotació en termes de les forces que actuen sobre els cossos parcialment submergits. Els models interpretatius són models causals o multicausals, que inclouen els mecanismes subjacents que expliquen el comportament del sistema.

Moltes vegades, en ciències la progressió de models descriptius a models interpretatius implica el pas de models macroscòpics a models submicroscòpics o amb nivells organitzatius més complexos. També es pot establir una progressió en el procés de modelització atenent les fases successives de construcció, predicció i revisió dels models. Així, podem considerar que existeix una progressió en la seqüència següent: elaborar i aplicar un model, comparar i avaluar la capacitat de diferents models per representar i explicar el comportament d'un fenomen, predir canvis quan es canvien les condicions del sistema, i revisar els models per augmentar el seu potencial explicatiu i predictiu. Augmentar el potencial explicatiu d'un model implica poder explicar nous aspectes d'un fenomen o explicar nous fenòmens relacionats. Aquesta progressió suposa modificar el model introduint-hi nous elements o propietats.

Criteris d'avaluació de la C1



CA1. Rigor

El rigor en la competència de modelització és la qualitat amb que els alumnes fan servir les idees de cada model científic per predir, descriure, interpretar o explicar un fenomen determinat, fent servir els raonaments i els llenguatges de les ciències amb rigor.

CA2. Precisió

La precisió en la competència de modelització implica la qualitat de concretar a través de diferents llenguatges les idees pròpies de les ciències d'acord amb les formes consensuades per la comunitat científica de fer servir aquests llenguatges. Això implica la qualitat de saber triar i combinar diversos llenguatges (dibuixos, llenguatge verbal, equacions matemàtiques, gràfics numèrics, diagrames, vectors, gestos, etc.).

Expectatives de final de cicle de la C1

PRIMER CICLE

CA1. Rigor

Al final de primer cicle de segona ensenyança, l'alumne prediu amb el rigor exigible d'acord amb els seus coneixements com es veurà afectat el comportament d'un sistema o un fenomen físic o natural en variar les

12 | Programa de ciències físiques i de la natura

condicions i valida amb rigor les prediccions fetes a partir de models senzills, contrastant-les amb les dades i evidències disponibles.

L'alumne utilitza amb rigor les formes de representació multimodals necessàries a cada situació (esquemes, diagrames, representacions icòniques, gràfics, relacions, representacions simbòliques, models materials, maquetes, simulacions digitals, i relacions i equacions matemàtiques adequades als coneixements matemàtics del primer cicle) per representar un sistema o fenomen. A més, utilitza el lèxic pertinent per designar els conceptes i les magnituds que s'utilitzen per descriure i interpretar els sistemes i els fenòmens físics i naturals en els nivells macroscòpic, microscòpic i corpuscular.

CA2. Precisió

Al final de primer cicle de segona ensenyança, l'alumne descriu i explica els sistemes i fenòmens físics i naturals, identifica amb precisió els diferents nivells d'organització o estructura estudiats en el primer cicle.

L'alumne modelitza sistemes i fenòmens físics i naturals en el nivell macroscòpic, microscòpic i, en alguns casos, corpuscular. Per fer-ho, descriu les característiques principals d'un sistema o fenomen, explicant amb precisió els elements principals del sistema, les seves propietats, la seva estructura i els canvis que ocorren a nivell macroscòpic.

A partir de la descripció del fenomen o sistema, l'alumne n'identifica les interaccions i n'estableix les relacions entre els seus elements explicant amb precisió els canvis que tenen lloc en el sistema a partir de mecanismes de causa-efecte, és a dir, explica perquè succeeix el fenomen. A l'explicar les propietats, les funcions i els canvis del sistema fa ús del model del sistema a escala macroscòpica, microscòpica i, en alguns casos, corpuscular.

Orientacions sobre la progressió de la competència en el primer cicle

En el primer cicle l'alumne elabora models sobre sistemes i fenòmens físics i naturals de caràcter descriptiu (per exemple, classificacions, diagrames) i interpretatiu a escala macroscòpica, microscòpica i, en alguns casos, corpuscular. En biologia es treballa a diferents nivells: població, organisme, òrgan, teixit i cèl·lula. Aquests models són senzills perquè la majoria d'ells no tenen en compte elements i propietats a escala submicroscòpica.

Les explicacions que es fan de les propietats, les funcions i els canvis dels sistemes estan basades en models senzills, ja sigui a nivell macroscòpic, microscòpic o corpuscular. Els patrons de comportament repetits a la natura o els successos que tenen lloc junts amb regularitat són aspectes clau que es poden usar per començar a trobar una explicació causal.

Les prediccions es limiten a predir canvis en les propietats o variables macroscòpiques en variar una altra variable o factor, en el marc del model elaborat a nivell macroscòpic, microscòpic o corpuscular.

Per a la representació dels models s'utilitzen sobretot formes de representació visuals (dibuixos, esquemes, gràfics i simulacions) i, en el cas de les representacions matemàtiques, es treballa amb fórmules i equacions senzilles.

El lèxic utilitzat es va incrementant i adaptant progressivament al lèxic científic a mesura que cal elaborar explicacions més precises. També s'ajusta a la complexitat dels models elaborats; per exemple, la nomenclatura de les substàncies químiques, de les espècies biològiques o de les entitats geològiques es redueix a les espècies o entitats més importants, sense pretendre una nomenclatura sistemàtica.

SEGON CICLE

CA1. Rigor

Al final de segon cicle de segona ensenyança, l'alumne prediu amb rigor com es veurà afectat el comportament d'un sistema o un fenomen físic o natural en variar les condicions, fent ús dels models microscòpics i

¹³ Programa de ciències físiques i de la natura

submicroscòpics i valida amb rigor les prediccions fetes a partir dels models, contrastant-les amb les dades i evidències disponibles.

Finalment, per a la representació del model del sistema o fenomen físic o natural utilitza de forma rigorosa les formes de representació multimodals més necessàries a cada situació (esquemes, diagrames, representacions icòniques, gràfics, representacions simbòliques, models materials, maquetes, simulacions digitals, i relacions i equacions matemàtiques més complexes). A més, utilitza de manera rigorosa un lèxic científic i ampli per designar els conceptes i les magnituds que formen part dels models en els nivells macroscòpic, microscòpic i submicroscòpic (atomicomolecular i multimolecular).

CA2. Precisió

Al final de segon cicle de segona ensenyança, quan l'alumne descriu i explica els sistemes i fenòmens físics i naturals, identifica amb precisió els diferents nivells d'organització o estructura en funció de l'escala en què es troba (macroscòpica, microscòpica o submicroscòpica).

L'alumne modelitza sistemes o fenòmens físics i naturals a escala macroscòpica, microscòpica i submicroscòpica (atomicomolecular i subatòmica). Per fer-ho, descriu les característiques principals d'un sistema o fenomen, explicant amb precisió els elements principals del sistema, les seves propietats, la seva estructura i els canvis que ocorren a nivell macroscòpic, microscòpic o submicroscòpic).

A partir de la descripció del fenomen o sistema, l'alumne n'identifica les interaccions i n'estableix les relacions entre els seus elements explicant amb precisió els canvis que tenen lloc en el sistema a partir de mecanismes de causa-efecte més complexos. A l'explicar les propietats, les funcions i els canvis es fa ús dels models del sistema a escala macroscòpica, microscòpica i submicroscòpica.

Orientacions sobre la progressió de la competència en el segon cicle

En el segon cicle, l'alumne elabora models de sistemes i fenòmens físics i naturals de caràcter interpretatiu a escala macroscòpica, microscòpica i submicroscòpica, en nivells més complexos.

L'explicació de les propietats o la funció d'un sistema en termes de la seva estructura pot ser abordada amb més capacitat explicativa i predictiva, perquè els models inclouen elements submicroscòpics i un coneixement més aprofundit sobre l'estructura del sistema i la naturalesa de les interaccions. Els models elaborats també consideren amb més detall els fluxos i cicles de matèria i energia.

Els mecanismes causals que expliquen el comportament del sistema descriuen amb més detall la cadena d'interaccions que connecten les causes i els efectes. Quan s'identifica causa i efecte, cal tenir en compte altres factors que també influeixen, és a dir, els factors que cal controlar o mantenir constants.

Les condicions d'estabilitat o del canvi d'un sistema i els factors que determinen la velocitat del canvi o l'evolució d'un sistema també es poden tractar amb més profunditat. Les qüestions "com passa?" o "per què passa" poden anar evolucionant a "quins mecanismes causen que passi?" i "quines condicions són crítiques perquè passi?".

És important comprendre que un sistema pot no canviar a nivell macroscòpic però sí a nivell microscòpic, com a conseqüència d'un equilibri d'efectes que es compensen. La comprensió de la naturalesa dinàmica de moltes situacions d'equilibri és un aspecte que s'ha de tractar en el segon cicle.

L'alumne pot augmentar el potencial explicatiu i predictiu dels models introduint nous elements i propietats i fer prediccions més acurades quan canvien les condicions del sistema. També pot comparar la capacitat explicativa de diferents models per representar i explicar el comportament d'un fenomen determinat.

Els models incorporen suposicions i aproximacions que afecten la precisió i l'exactitud del model i de les seves prediccions. Identificar aquestes suposicions i aproximacions i adonar-se de com influeixen en la precisió i l'exactitud de les prediccions és una reflexió que cal introduir en el segon cicle. Per exemple, la suposició



que les partícules d'un gas no s'atrauen permet explicar la majoria de les propietats dels gasos, però s'ha de modificar per poder-ne explicar la condensació en disminuir la temperatura.

Per a la representació dels models es fa ús de representacions més sofisticades gràfiques i informàtiques i de fórmules i equacions matemàtiques més complexes. A mesura que augmenta la comprensió del pensament algebraic, els alumnes poden ser capaços d'aplicar-lo per expressar la relació que existeix entre dos variables de forma matemàtica. Per exemple, poden apreciar la diferència entre el creixement lineal i el creixement exponencial.

El lèxic utilitzat és més ampli i precís que el que s'ha fet servir en el primer cicle, ja que s'amplia per designar entitats, propietats i interaccions característiques de les diferents escales submicroscòpiques.

C2. Investigar sistemes i fenòmens físics i naturals



Formular qüestions susceptibles de ser investigades implica identificar qüestions que puguin ser respostes mitjançant la planificació d'un mètode per recollir dades observacionals o experimentals. Per respondre a la qüestió plantejada, generalment es formulen hipòtesis a títol temptatiu a partir de la pròpia experiència i coneixements previs. Una hipòtesi sempre expressa una resposta, tot i que provisional, al problema d'investigació i es formula en forma d'afirmació que pot ser vertadera o falsa.

Un cop disposem d'una pregunta investigable el que cal és planificar les investigacions. Això suposa pensar, en primer lloc, el fonament del mètode que s'utilitzarà i, en segon lloc, el procediment concret que es farà servir. A vegades es tracta de determinar les propietats o característiques del sistema investigat, d'altres d'arribar a una classificació i, freqüentment, de trobar relacions entre variables.¹²

La dimensió següent, dur a terme la recollida de dades, implica fer observacions o mesures experimentals en una sortida de camp o en el laboratori d'acord amb la planificació prèvia efectuada i la tipologia de fenòmens sobre els quals s'investiga (ex.: fenòmens, biològics, físics i geològics). No obstant això, hi ha fenòmens en què la recollida de dades no es pot fer per experimentació o observació directa, perquè aquesta experimentació no està a l'abast dels laboratoris escolars. En aquest cas, cal recórrer a obtenir les dades de les fonts on les podem trobar (enciclopèdies, monografies, revistes científiques, Internet, etc.).¹³

Les observacions i les mesures experimentals es fan utilitzant instruments d'observació o de mesura o construint dispositius experimentals de mesura. L'ús d'aquests instruments específics facilita l'obtenció de dades per determinar les característiques o les propietats d'un fenomen o un material. En les mesures, cal prestar atenció a les unitats i a les xifres significatives en què les expressem.

Extreure conclusions a partir de la interpretació de les dades és la dimensió que permet donar resposta a la pregunta plantejada a l'inici de la investigació i validar o refutar la hipòtesi formulada. És una dimensió clau de la competència indagativa.

Per donar significat a les dades i interpretar-les és necessari tractar-les. El tractament de dades implica l'ús d'una sèrie d'eines com la tabulació, la representació gràfica, l'anàlisi estadística i la visualització. La

¹² Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

¹³ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 4, "Obertura a la diversitat cultural i a altres creences, visions del món i pràctiques"; 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 14, "Flexibilitat i adaptabilitat", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

¹⁶ | Programa de ciències físiques i de la natura

interpretació de dades qualitatives permet diferenciar objectes i entitats, i establir classificacions significatives, mentre que la interpretació de dades quantitatives permet establir relacions entre variables.¹⁴

A l'últim, comunicar el procés d'indagació i les conclusions implica expressar els resultats obtinguts i descriure tot el procés d'indagació efectuat. Aquesta comunicació s'ha de fer verbalment i per escrit, amb l'ajuda de taules, diagrames, gràfics, equacions, etc., i ha d'involucrar els companys en la valoració dels resultats i la idoneïtat dels mètodes d'obtenció de dades utilitzats.¹⁵



Orientacions didàctiques de la C2

Perquè els alumnes aprenguin a investigar sobre els sistemes i fenòmens naturals se'ls ha d'implicar de manera activa en les activitats d'investigació. Això implica que els alumnes puguin viure en primera persona el que suposa investigar un fenomen des del plantejament d'una pregunta, la formulació d'hipòtesis, el disseny de la investigació, l'obtenció i interpretació de dades i l'elaboració de conclusions fins a la comunicació dels resultats i del procés d'indagació.¹⁶



Tot procés d'indagació comença amb la formulació d'una qüestió o problema que ens plantegem resoldre. La pregunta ha de despertar l'interès i la motivació de l'alumnat per iniciar la indagació. Perquè una pregunta motivi l'alumnat no ha de ser retòrica ni ha de tenir una solució òbvia i ha de ser una pregunta investigable, és a dir, ha de ser una pregunta per a la qual puguem obtenir dades que confirmen les hipòtesis que fem sobre la qüestió plantejada. La pregunta pot ser proposada pel professorat o bé per l'alumnat a partir d'un context donat.

El fet de plantejar investigacions sobre fenòmens d'àmbits disciplinaris diversos permetrà que l'alumnat s'adoni que hi ha processos que són comuns a totes les indagacions (plantejament de preguntes, formulació d'hipòtesis, recollida de dades, tractament i interpretació de dades, elaboració de conclusions i comunicació), però que les estratègies d'indagació varien en funció del fenomen que indaguem i de la finalitat de la investigació.¹⁷



Hi ha diferents tipus d'indagacions:

- a) Investigacions centrades en l'observació d'un sistema o fenomen en què es busca la categorització i classificació dels seus elements o propietats. Els alumnes han de decidir quin és el millor criteri de classificació.
- b) Investigacions que se centren en l'observació i la interpretació d'un sistema o fenomen, en què es demana als alumnes que donin una primera explicació del fenomen observat. Aquestes primeres hipòtesis o explicacions temptatives han de contrastar-se experimentalment per validar-les, és a dir, cal dissenyar experiments que avalin la hipòtesi efectuada.
- c) Investigacions que tenen com a objectiu la determinació experimental del valor d'una propietat. En molts casos cal seleccionar l'instrument de mesura més adequat o dissenyar un mètode de determinació.

¹⁴ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

¹⁵ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

¹⁶ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 4, "Obertura a la diversitat cultural i a altres creences, visions del món i pràctiques"; 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

¹⁷ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 4, "Obertura a la diversitat cultural i a altres creences, visions del món i pràctiques"; 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

¹⁷ Programa de ciències físiques i de la natura

d) Investigacions per determinar la relació entre variables, és a dir, com varia una variable en funció d'altres. En aquestes indagacions cal que l'alumne, amb l'ajut del professorat, identifiqui les variables que són rellevants en el fenomen que s'investiga, que determini les variables dependent i independent. En aquestes investigacions cal decidir com es variarà la variable independent, com es mesuren totes dos i quines són les altres variables que cal controlar.

El procés de planificació de qualsevol investigació es porta a terme alternant el treball individual, la discussió en petits grups i el diàleg interactiu amb el professorat. El professor o professora ha de preparar-se una sèrie de preguntes estructurades que permetin guiar el procés de planificació. Si l'alumnat proposa diferents mètodes de resolució del problema, caldrà avaluar-los i seleccionar-ne el més adequat.

L'ús de materials, aparells i dispositius de mesura en les activitats d'investigació requereix un entrenament per obtenir bons resultats. Atès que la utilització de molts instruments o tècniques serà nova per a l'alumnat, caldrà que es familiaritzin sobre el seu ús. D'altra banda, s'hauran de tenir en compte les normes de seguretat per prevenir els riscos en la salut personal i en el medi ambient. També serà necessari fer una recollida selectiva dels residus i un emmagatzematge adequat.

En qualsevol indagació cal planificar com es farà la recollida de dades i com serà més adequat tractar-les; freqüentment, caldrà tabular-les, transformar-les mitjançant càlculs, representar-les gràficament i, quan sigui possible, representar-les mitjançant una equació matemàtica.

En la valoració de les dades, cal tenir en compte el grau de precisió amb què han estat obtingudes i identificar les possibles fonts d'error que s'hagin pogut cometre, que condicionen la seva exactitud.

Un cop recollides les dades, cal interpretar-les, avaluar-ne la plausibilitat i argumentar si validen o no la hipòtesi que s'havia proposat, treure'n les conclusions pertinents i comunicar els resultats de la investigació.¹⁸ Hi ha fenòmens en què les hipòtesis no poden ser validades per experimentació; en aquest cas, cal recórrer a obtenir les dades de fonts secundàries.

En la fase final d'una indagació cal que l'alumne contrasti les seves conclusions amb les d'altres companys i cal fer una posada en comú amb la participació de tot el grup, per arribar a conclusions consensuades.

La fase de comunicació de la indagació efectuada s'ha de fer per escrit i oralment. La redacció dels informes escrits i la preparació de les presentacions orals és convenient que es facin a l'aula amb l'ajut del professorat. La redacció de l'informe és recomanable que sigui una activitat individual, mentre que la comunicació oral pot fer-se mitjançant una presentació en PowerPoint o un vídeo explicatiu preparat prèviament per cada grup de treball.¹⁹

La dificultat de les indagacions depèn de diversos factors com la complexitat dels conceptes involucrats, la complexitat procedimental i el context en què se situa la investigació, i també del grau d'obertura. Aquest últim factor depèn de la forma en què es planteja la pregunta (fent més o menys explícites les variables que s'han de mesurar), la diversitat de solucions (una única solució, diverses, desconeguda), la diversitat d'estratègies possibles per solucionar-la i el grau d'ajut proporcionat pel professorat en la planificació i realització de la indagació.

En segona ensenyança l'alumne ha de participar en indagacions amb diversos graus de dificultat i d'obertura. El grau de dificultat i d'obertura de les investigacions s'ha d'anar augmentant a mesura que l'alumnat té més experiència en la planificació i realització d'indagacions. En les indagacions amb graus d'obertura més alts,

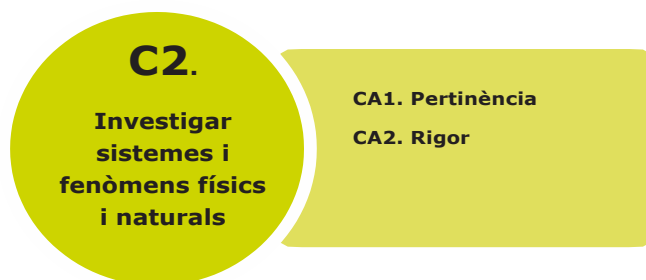
¹⁸ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

¹⁹ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües", i 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació".

18 | Programa de ciències físiques i de la natura

l'alumnat disposa d'una autonomia més elevada i rep menys ajuda inicial per part del professorat, però les decisions sempre es prenen finalment mitjançant un diàleg entre professorat i alumnat.²⁰

Criteris d'avaluació de la C2



CA1. Pertinència

La pertinència és la qualitat de ser apropiat al propòsit de la investigació que es persegueix. Aquesta qualitat en la competència d'investigació implica la focalització de la mirada sobre el fenomen a partir de l'elaboració de preguntes investigables pertinents. La pertinència en la selecció i l'elaboració d'aquestes preguntes ha de donar lloc a la realització de recerques que permetin no només descriure un fenomen o saber millor com passa, sinó també ajudar a interpretar per què passa.

CA2. Rigor

El rigor en una investigació en ciències és la qualitat de desenvolupar de forma canònica els diferents procediments propis d'una recerca experimental, des de la recollida de dades fins a la presentació de resultats. És una qualitat associada a la recollida i el tractament de dades experimental, s'ha de veure reflectida en la participació dels alumnes de física en recerques amb diversos graus d'obertura i amb diversos instruments i metodologies. En aquest sentit, caldrà tenir en compte l'exactitud amb què els alumnes efectuen el disseny experimental (com s'aborden els detalls, les condicions, etc.), el rigor amb què es desenvolupa la metodologia, el rigor amb què es defineixen les variables, les magnituds, els valors o l'error experimental.

Expectatives de final de cicle de la C2

PRIMER CICLE

CA1. Pertinència

Al final de primer cicle de segona ensenyança, l'alumne investiga sistemes o fenòmens físics i naturals amb un grau de dificultat i d'obertura baix. Per fer-ho, l'alumne formula hipòtesis pertinents amb a la pregunta plantejada sobre el fenomen o sistema que s'investiga.

Quan l'alumne analitza les dades obtingudes, extreu conclusions pertinents a partir dels patrons de similitud i diferència entre elements estructurals, propietats d'un sistema o comportament de variables quantitatives.

²⁰ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

¹⁹ Programa de ciències físiques i de la natura

Quan es tracta de classificar un sistema o fenomen, l'alumne selecciona amb pertinència els criteris de classificació amb l'ajuda d'una llista de criteris, amb la finalitat de trobar similituds i diferències entre elements del sistema.

En les indagacions sobre la relació entre variables, l'alumne identifica amb pertinència les variables dependent (la que es mesura) i independent (la que es varia i es mesura) a partir d'una pregunta o situació-problema plantejada en què hi ha indicis evidents de quines són les variables que cal mesurar. A més, ho fa amb l'ajuda d'una sèrie de preguntes clau que centren l'atenció en aquestes variables i en les que cal controlar.

Alhora, elabora representacions pertinents per les dades obtingudes utilitzant diferents formes de representació (icòniques, claus dicotòmiques, esquemes, taules, diagrames de barres, gràfiques i equacions senzilles) i expressant les dades qualitatives o quantitatives tenint en compte les unitats.

CA2. Rigor

Al final de primer cicle de segona ensenyança, l'alumne dissenya amb rigor el procediment (tasques que cal fer i instruments, materials i substàncies que cal utilitzar) amb l'ajuda d'una bastida de qüestions clau, comunicades oralment o per escrit, o mitjançant un suport audiovisual, que guien la planificació de la investigació.

En l'obtenció de dades, utilitza amb rigor els instruments necessaris per fer observacions qualitatives o mesures quantitatives, seguint les indicacions facilitades pel professorat o a partir d'unes instruccions escrites o audiovisuals sobre l'ús dels instruments. Quan l'ús dels instruments es fa al laboratori, a més, respecta les normes de seguretat del laboratori.

Comunica amb rigor els procediments que ha fet servir i els resultats als que ha arribat incorporant certs aspectes formals com l'expressió d'unitats, l'ús del lèxic científic vinculat als nous conceptes i magnituds i l'ús de representacions simbòliques (símbols, fórmules i equacions) de les entitats, propietats (magnituds) i fenòmens indagats.

Orientacions sobre la progressió de la competència en el primer cicle

A primer cicle de segona ensenyança l'alumne fa investigacions senzilles de diferent tipologia amb un grau de dificultat i d'obertura baix. Duu a terme investigacions centrades en l'observació d'un sistema o fenomen en què es busca la categorització i classificació dels seus elements, la determinació experimental d'una propietat o l'observació i la interpretació del sistema o fenomen a escala macroscòpica, i investigacions senzilles sobre la relació entre variables.

El grau de dificultat baix ve determinat per la complexitat dels conceptes implicats i dels procediments utilitzats en l'obtenció de les dades i el seu tractament.

Pel que fa als conceptes, en general s'indaguen sistemes i fenòmens a escala macroscòpica, en què es determinen propietats macroscòpiques o les seves relacions i elements estructurals propers al nivell macroscòpic (per exemple, el nivell cel·lular).

Pel que fa als procediments, s'usen instruments d'observació i de mesura senzills, en general de mesura directa (balances, proveta, termòmetre, etc.) i tècniques de laboratori elementals (disseccions, mètodes de separació de substàncies, dissolucions, etc.). D'altra banda, s'utilitzen mètodes senzills de representació de les dades com dibuixos, esquemes, claus dicotòmiques, taules, diagrames de barres (variables categòriques) i gràfics de variables contínues.

En els casos en què cal fer càlculs amb les dades, aquests càlculs són senzills (operacions matemàtiques bàsiques, relacions de proporcionalitat directa o inversa entre dos variables, factors de conversió per fer canvis d'unitats de magnituds bàsiques (longitud, massa, temps, temperatura, etc.) o derivades (superfície, volum, densitat, velocitat, concentració).

La progressió de les indagacions també té a veure amb el grau d'obertura. En el primer cicle es plantegen investigacions guiades amb un grau d'obertura baix pel que fa a la diversitat d'estratègies possibles de resolució i el grau d'ajut proporcionat per planificar-les (disseny de la indagació) i dur-les a terme. El professorat proporciona als alumnes una orientació per a la planificació i realització de les investigacions força pautada, i aporta un ampli ventall de qüestions-guia que facilitin el disseny i instruccions concretes quan calgui.

SEGON CICLE

CA1. Pertinència

Al final del segon cicle de segona ensenyança, l'alumne investiga sistemes o fenòmens físics i naturals amb un grau de dificultat i d'obertura més alt. Per fer-ho, l'alumne formula hipòtesis pertinents amb a la pregunta plantejada sobre el fenomen o sistema que s'investiga.

Quan l'alumne analitza les dades, extreu conclusions pertinents dels resultats obtinguts en una investigació que validen o refuten la hipòtesi formulada i que donen resposta a la pregunta de la investigació. Per fer-ho, l'alumne troba patrons de similitud i diferència entre elements estructurals o propietats d'un sistema o patrons de comportament entre variables quantitatives.

Quan es tracta de classificar un sistema o fenomen, l'alumne selecciona amb pertinència els criteris de classificació que pot utilitzar per trobar similituds i diferències entre elements d'un sistema i els aplica.

En les indagacions sobre la relació entre variables, l'alumne identifica amb pertinència les variables dependent (la que es mesura) i independent (la que es varia i es mesura) i les variables que cal controlar a partir de la situació-problema plantejada, en què no s'explicita de forma evident quines són aquestes variables a mesurar.

Ahora, elabora representacions pertinents per les dades obtingudes utilitzant diferents formes de representació (icòniques, claus dicotòmiques, esquemes, taules, diagrames de barres, gràfiques i equacions senzilles) i de les relacions entre variables (diagrames de barres, gràfics, equacions), combinant diferents tipus de variables (contínues i categòriques) i fent un ús més freqüent d'equacions matemàtiques d'un grau de complexitat més alt que a primer cicle. En aquesta representació de dades qualitatives o quantitatives, l'alumne té en compte les unitats que se li associen i les xifres significatives de les mesures.

CA2. Rigor

Al final del segon cicle de segona ensenyança, l'alumne dissenya amb rigor el procediment (tasques que cal fer i instruments, materials i substàncies que cal utilitzar) a partir d'una guia de planificació, que no indica de manera explícita què cal fer o quins instruments i materials cal utilitzar, però que orienta el disseny.

En l'obtenció de dades, utilitza amb rigor els instruments necessaris per fer observacions qualitatives o mesures quantitatives, seguint les indicacions facilitades pel professorat o a partir d'unes instruccions escrites o audiovisuals sobre l'ús dels instruments, però amb un grau d'autonomia més gran que al primer cicle. Quan l'ús dels instruments es fa al laboratori, respecta les normes de seguretat del laboratori.

Per últim, comunica amb rigor els procediments que ha fet servir i els resultats als que ha arribat incorporant certs aspectes formals com l'expressió d'unitats, l'ús del lèxic científic vinculat als nous conceptes i magnituds i l'ús de representacions simbòliques (símbols, fórmules i equacions) de les entitats, propietats (magnituds) i fenòmens indagats.

Orientacions sobre la progressió de la competència en el segon cicle

A segon cicle de segona ensenyança l'alumne duu a terme indagacions del mateix tipus que a primer cicle, però amb un grau de dificultat més alt pel que fa a la complexitat dels conceptes i procediments involucrats, i al nombre i la naturalesa de les variables (contínues i discretes) que intervenen. D'altra banda, es proposen indagacions amb un grau d'obertura més gran amb relació a les possibles estratègies de resolució i al grau

21 | Programa de ciències físiques i de la natura

d'ajut del professorat per planificar-les i dur-les a terme, i es deixa més autonomia a l'alumne a l'hora de prendre decisions.

Pel que fa a la complexitat dels conceptes implicats en les indagacions, s'investiguen sistemes i fenòmens a escala macroscòpica i microscòpica, però en nivells d'organització i estructuració més interns, fet que implica indagar nous elements i propietats, i noves relacions entre variables.

Pel que fa als procediments, es fan servir processos d'observació i de mesura que poden implicar la utilització d'instruments i tècniques de laboratori més complexos (preparació de mostres, preparació de solucions de diferents concentracions, etc.).

Pel que fa a la naturalesa de les indagacions, es duen a terme investigacions per trobar com varia una variable respecte a una altra en fenòmens en què cal controlar moltes variables; per exemple, en indagacions dels factors que afecten la velocitat de reacció (concentració, temperatura, catalitzadors) o dels factors que afecten la qualitat de l'aigua (salinitat, pH, concentració d'oxigen, etc.). També es duen a terme indagacions que requereixen idear un mètode de mesura de la variable dependent perquè no es pot mesurar directament amb un instrument (per exemple, la permeabilitat d'un sòl es determina mesurant el volum d'aigua que passa a través d'una mostra de sòl en funció del temps o la capacitat aïllant d'un material es determina mesurant com varia la temperatura en funció del temps).

D'altra banda, es continuen utilitzant mètodes de representació de les dades qualitatives i quantitatives fent ús dels instruments treballats a primer cicle, però també s'hi introdueixen altres tipologies de representacions com diagrames de sectors, histogrames, mapes evolutius, gràfics que combinen diferents tipus de variables (contínues i categòriques), etc.

El tractament quantitatiu de les dades requereix càlculs de noves magnituds (energia cinètica, energia potencial, potència elèctrica, concentracions, quantitats de substància, pH, permeabilitat, salinitat, etc.) a través de fórmules i equacions físiques.

El professorat proporciona als alumnes una orientació per a la planificació i realització de les investigacions menys pautada que en el primer cicle, però continua aportant un ventall de qüestions-guia que en facilitin el disseny, en format escrit o oralment a través d'un diàleg amb els estudiants.

C3. Argumentar sobre qüestions sociocientífiques, mediambientals i de salut



Argumentar sobre qüestions sociocientífiques, mediambientals o de salut consisteix a ser capaç d'avaluar una afirmació, una conclusió o una posició sobre aquestes qüestions d'acord amb proves i teories científiques. La pràctica d'argumentar contribueix a desenvolupar una disposició a contrastar les afirmacions amb proves abans d'acceptar-les i de justificar-les, és a dir, relacionar la conclusió amb les proves.²¹

Aquesta pràctica permetrà a l'alumne participar en la societat com a ciutadà i afavorirà que adopti actituds responsables envers la salut personal i col·lectiva, així com sobre la minimització dels riscos naturals i mediambientals.²²

L'argumentació sobre qüestions sociocientífiques, ambientals o de salut constitueix una oportunitat d'aplicar el coneixement científic a aquests temes i contribueix a desenvolupar el pensament crític i el raonament, i a aprendre sobre la naturalesa de la ciència i sobre les relacions ciència-tecnologia-societat-ambient.²³

A l'hora d'argumentar sobre qüestions sociocientífiques, ambientals i de salut és necessari avaluar dades, proves i arguments científics. Avaluar dades implica valorar la fiabilitat de les dades i interpretar-les, és a dir, inferir-ne el significat; mentre que avaluar proves implica valorar si justifiquen les conclusions. A l'últim, avaluar arguments científics suposa reconèixer si estan basats en proves científiques i valorar la seva coherència en el marc dels coneixements i les teories científiques actuals, i distingir els arguments científics dels basats en altres consideracions.²⁴

²¹ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 12, "Habilitats d'escolta i observació"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

²² Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 5, "Respecte"; 6, "Consciència cívica"; 7, "Responsabilitat"; 9, "Tolerància a la ambigüitat"; 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític", i 14, "Flexibilitat i adaptabilitat".

²³ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 12, "Habilitats d'escolta i observació"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

²⁴ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 12, "Habilitats d'escolta i observació"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

²³ Programa de ciències físiques i de la natura

Les dades han de ser avaluades prèviament per seleccionar les que siguin significatives per defensar una conclusió. En el procés d'argumentació cal que els alumnes aprenguin a contraargumentar, és a dir, a raonar per què determinades afirmacions o arguments no estan basats en proves.

L'argumentació de qüestions sociocientífiques, ambientals i de salut també implica justificar una conclusió, és a dir, validar-la d'acord amb les proves i teories científiques disponibles elaborant raonaments científics que les avalin. La justificació relaciona la conclusió amb les proves, és a dir, mostra com les dades proven que la conclusió és correcta.

L'argumentació de qüestions sociocientífiques, ambientals i de salut també comporta valorar críticament les aportacions de la ciència i els seus impactes en la societat, la salut i el medi ambient. Això suposa adonar-se dels beneficis que les aplicacions de la ciència aporten a la humanitat, així com dels possibles impactes que poden tenir en el medi ambient o en la salut personal o col·lectiva. Aquesta valoració s'ha de fer basant-se en proves científiques i coneixement científic, però també tenint en compte consideracions de caràcter ètic i social.²⁵

Finalment, l'argumentació sobre qüestions sociocientífiques, mediambientals i de salut pretén que els alumnes siguin capaços d'adoptar i argumentar amb criteris científics una sèrie d'actituds que permetin prevenir, evitar o minimitzar la seva exposició als riscos naturals de l'entorn i de mesures que evitin o minimitzin els impactes mediambientals derivats de la intervenció humana. També es pretén que els alumnes justifiquin i argumentin l'adquisició d'una sèrie d'hàbits saludables i l'aplicació de mesures preventives contra els agents, els factors i les conductes de risc per a la salut, amb l'objectiu de tenir un control més elevat sobre la salut individual i col·lectiva de les persones i millorar-la.²⁶

Orientacions didàctiques de la C3

S'entén per *argumentació* l'avaluació del coneixement d'acord amb proves. En el món actual, en què circulen afirmacions pseudocientífiques no contrastades, l'argumentació és una eina fonamental per al desenvolupament del pensament crític, l'adopció d'actituds (i hàbits) responsables i la presa de decisions justificades.²⁷

Aquesta competència fa referència a argumentar sobre qüestions diferents: qüestions sociocientífiques, qüestions relacionades amb els impactes ambientals derivats de la intervenció humana, amb l'exposició als riscos naturals, amb l'adquisició d'hàbits saludables i amb la prevenció de les conductes de risc per a la salut individual i col·lectiva.

Les qüestions sociocientífiques són un bon context perquè afavoreixen l'argumentació a l'aula i l'aprenentatge significatiu, ja que són qüestions actuals, reals i rellevants personalment i socialment. Són qüestions amb vincles conceptuals amb la ciència que tenen respostes obertes i complexes, en les quals també intervenen valors ètics i socials.

²⁵ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 12, "Habilitats d'escolta i observació"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

²⁶ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 12, "Habilitats d'escolta i observació"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

²⁷ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 7, "Responsabilitat"; 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 12, "Habilitats d'escolta i observació"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

24 | Programa de ciències físiques i de la natura

Algunes qüestions sociocientífiques tracten de controvèrsies en què la comunitat científica encara pot no haver arribat a un consens majoritari (per exemple, el risc d'estar exposat a les ones d'ona curta o els aliments modificats genèticament).

Altres qüestions tenen a veure amb aplicacions de la ciència sobre l'ús de les quals hi ha arguments a favor i en contra, com, per exemple, l'energia nuclear o la investigació amb cèl·lules mare. En aquestes qüestions, a més dels arguments científics, hi intervenen altres consideracions de tipus ètic, social o econòmic. Adoptar una posició (conclusió) implica ponderar tots aquests arguments.

També hi ha qüestions que tenen a veure amb saber argumentar en contra de posicions pseudocientífiques. Per exemple, saber argumentar sobre la manca de proves que sustenten determinades creences o pràctiques com poden ser l'astrologia o l'homeopatia.

A l'últim, hi ha qüestions relacionades amb l'adquisició d'hàbits saludables o la prevenció de conductes de risc que no impliquen controvèrsia, sinó que del que es tracta és de conèixer les raons científiques que justifiquen que s'adoptin.

En els processos argumentatius, cal la guia del professorat per plantejar les qüestions sociocientífiques mediambientals i de salut, orientar la interpretació i l'avaluació de les dades, ajudar a fer la connexió entre les dades i les teories, i introduir els criteris que permetin formular arguments de qualitat.

L'alumnat ha de seleccionar les dades més significatives; avaluar les alternatives al problema plantejat, identificar les teories rellevants i elaborar justificacions; avaluar els arguments oposats al propi, i comunicar de forma clara la conclusió final. Aprendre a elaborar arguments de bona qualitat requereix tenir en consideració no només els arguments propis, sinó també els dels altres, ja sigui per criticar-los o per acceptar-los.²⁸



Les activitats per desenvolupar la capacitat d'argumentació sobre qüestions sociocientífiques, ambientals o de salut més utilitzades són la lectura crítica i col·laborativa de textos, l'anàlisi crítica de productes comercials o anuncis publicitaris, els debats i l'escriptura d'assaigs científics.

Per poder interpretar i criticar un text amb contingut científic els estudiants han de poder apropar-se al text amb referents científics. El problema és que el model o models teòrics necessaris per a la comprensió de la lectura d'un text amb contingut científic són generalment implícits; per tant, caldrà guiar l'alumnat per trobar aquesta connexió. Serà necessari dissenyar estratègies de lectura i anàlisi de la informació que ajudin a activar el model científic implícit.

La interpretació d'un text depèn dels coneixements previs del lector i requereix contextualitzar i inferir les intencions de l'autor, i la construcció activa de coneixements nous. Ens interessa que els alumnes prenguin partit adoptant una posició crítica i que iniciïn una negociació interactiva entre el text i les seves creences o opinions.²⁹ Una seqüència de preguntes pot ser una eina molt útil per facilitar l'anàlisi i interpretació de textos. Un qüestionari promou que l'alumnat identifiqui les afirmacions del discurs i els interessos que mouen l'autor o autora a construir-lo i el punt de vista que adopta, que valori la fiabilitat i la validesa de les proves i dels arguments aportats i que detecti incoherències, imprecisions o contradiccions, que són aspectes necessaris per a una lectura significativa i crítica.



En el procés de lectura s'han de tenir en compte tres fases: la fase prèvia (activació d'idees prèvies i formulació d'hipòtesis inicials), la fase que té lloc durant la lectura (regulació del procés de lectura mitjançant

²⁸ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 12, "Habilitats d'escolta i observació"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

²⁹ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 4, "Obertura a la diversitat cultural i a altres creences, visions del món i pràctiques"; 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 12, "Habilitats d'escolta i observació"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

25 | Programa de ciències físiques i de la natura

el qüestionari) i la fase posterior a la lectura (cerca d'informació a Internet, avaluació de la informació, etc.). El treball en grup afavoreix la comprensió i l'anàlisi crítica de la informació.

Un tipus de text particular és el text publicitari de productes comercials, que cal saber interpretar i analitzar, per descobrir la possible manca d'evidències científiques o el biaix pseudocientífic d'algunes afirmacions o representacions.

Els debats sociocientífics i sobre qüestions relacionades amb la salut i el medi ambient demanen uns coneixements, actituds i habilitats comunicatives concrets.³⁰ Pel que fa als coneixements necessaris sobre el tema, caldrà proporcionar als alumnes fonts d'informació fiables i planificar sessions de recerca i validació d'aquesta informació, entre altres activitats. També caldrà facilitar als alumnes coneixements relacionats amb el gènere textual del debat i compartir amb ells les característiques i regles per portar-lo a terme.

L'objectiu d'un debat a l'aula és aconseguir una comprensió conjunta del tema que es tracta i arribar a acords, i això només serà possible si es té l'actitud d'explorar i comprendre el discurs dels altres, en un clima de cordialitat i confiança.

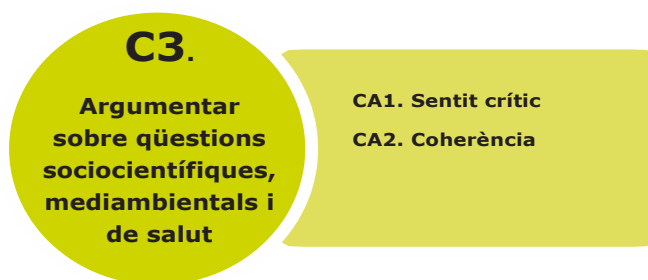
En els debats, les habilitats comunicatives fan referència a aspectes d'escolta activa i conversació exploratòria. Escoltar activament vol dir aprendre a seguir el discurs mental de l'altre donant mostres de seguiment amb el llenguatge verbal i el no verbal.³¹ La conversa exploratòria implica respectar els torns de paraula, implicar-se de manera crítica, aportant idees basades en dades, i ser conscient que la intervenció d'un es construeix en funció de la resposta de l'altre. També cal seleccionar informació basada en dades i teories científiques. Els alumnes han d'aprendre a qüestionar propostes i a fer contrapropostes, oferir proves; en definitiva, es busca arribar a acords per progressar conjuntament. Totes aquestes habilitats s'han de poder considerar com a eines imprescindibles per a un debat constructiu que necessiten ser apreses.

Perquè l'alumnat aprengui a elaborar assaigs científics se li ha de facilitar bastides de suport, exemples d'assaigs similars als que ha d'escriure però sobre altres temes, una plantilla per elaborar l'assaig i una llista de passos que ha de seguir. Aquesta llista de passos ha de fer referència a aspectes formals com el títol, l'estructuració en apartats, la manera de citar, etc., però també a aspectes de coherència i de cohesió del text, i a l'estructuració del text atenent l'exposició de les dades, els arguments, les justificacions i les conclusions.

³⁰ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 12, "Habilitats d'escolta i observació"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

³¹ Es relaciona amb les competències de cultura democràtica del Consell d'Europa: 2, "Valorar la diversitat cultural"; 4, "Obertura a la diversitat cultural i a altres creences, visions del món i pràctiques"; 5, "Respecte"; 11, "Habilitats analítiques i de pensament crític"; 12, "Habilitats d'escolta i observació"; 13, "Empatia"; 15, "Habilitats lingüística, comunicativa i plurilingües"; 19, "Coneixement i comprensió crítica del llenguatge i la comunicació", i 20, "Coneixement i comprensió crítica del món".

Criteris d'avaluació de la C3



CA1. Sentit crític

El sentit crític és una qualitat estretament lligada a l'argumentació científica. Quan l'alumne s'enfronta a un procés d'argumentació científica ha de poder valorar i avaluar la informació de que disposa (ja siguin fets, afirmacions, processos, etc.), anant més enllà de les impressions i opinions particulars. El sentit crític no implica simplement criticar tot allò que disposa, sinó fer servir l'observació, l'experiència i el raonament per ajustar la seva posició davant d'aquests fets, afirmacions o processos.

CA2. Coherència

La qualitat de la coherència ha de ser present en els arguments utilitzats, els quals han de ser coherents entre ells, de manera que no hi hagi contradiccions internes en el desenvolupament d'un argument. Els arguments utilitzats entorn de qüestions rellevants relacionades amb les ciències han de ser també coherents amb les proves o evidències resultants de l'activitat científica (les dades obtingudes del món real que els alumnes fan servir per argumentar). Finalment, aquests arguments han de ser també coherents amb algun dels models científics construïts, de manera que en els arguments exposats es vegin reflectides les idees amb les quals s'expressen aquests models.

Expectatives de final de cicle de la C3

PRIMER CICLE

CA1. Sentit crític

Al final del primer cicle de segona ensenyança, l'alumne expressa amb sentit crític la seva opinió amb relació a una qüestió sociocientífica, mediambiental o de salut determinada, contrastant-la amb el coneixement científic que es té sobre aquesta qüestió, i la modifica, si s'escau, a partir de les proves i arguments que aquest coneixement proporciona.

També valora amb sentit crític els beneficis i els possibles inconvenients d'una aplicació de la ciència en la societat, el medi ambient o la salut o els efectes de les conductes de risc envers la salut o el medi ambient, tenint en compte consideracions de caràcter científic, social i econòmic.

Finalment, justifica amb criteris científics i amb sentit crític l'adopció de mesures i actituds responsables per a la conservació del medi ambient, la prevenció de riscos naturals o de conductes de risc per a la salut personal o col·lectiva, així com l'adquisició d'hàbits saludables, a partir d'un coneixement bàsic dels principis que

sustenten el desenvolupament sostenible, dels processos que originen els riscos naturals i dels mecanismes a nivell orgànic i cel·lular que provoquen les malalties.

CA2. Coherència

Al final del primer cicle de segona ensenyança, l'alumne argumenta sobre qüestions sociocientífiques, mediambientals o de salut. L'argumentació implica justificar les conclusions a partir de les dades, mitjançant un raonament en el marc d'un model científic. Per fer-ho, l'alumne selecciona amb coherència dades fiables i significatives per justificar una afirmació sobre una qüestió sociocientífica, mediambiental o de salut, presentades en la forma de taules, percentatges, gràfiques, estadístiques, etc.

L'alumne interpreta el significat i la fiabilitat de les dades amb coherència en base als seus coneixements i a les fonts d'on procedeixen (llibres de text, monografies, articles de revistes de divulgació científica, etc.), respectivament.

A més, identifica el model científic que és coherent respecte de la qüestió sociocientífica, mediambiental o de salut plantejada, establint la connexió entre les dades i el model científic, amb l'ajut d'una sèrie de qüestions guia que li permeten enquadrar i interpretar les dades en el marc del model.

També, fa raonaments coherents, no contradictoris ni imprecisos basats en dades i proves científiques per justificar una conclusió o l'adopció de mesures apropiades per prevenir o minimitzar problemes mediambientals o de salut.

Orientacions sobre la progressió de la competència a primer cicle

A primer cicle de segona ensenyança es plantejaran qüestions sociocientífiques, ambientals i de salut d'un baix grau de complexitat, que puguin abordar-se usant els models macroscòpics, cel·lulars o corpusculars que es treballen en el primer cicle.

Es treballaran temes relacionats amb l'adquisició d'hàbits saludables, la conservació del medi ambient i la prevenció de riscos naturals i de conductes de risc per a la salut personal o col·lectiva que siguin rellevants en la vida quotidiana dels alumnes.

Cal prioritzar problemes sociocientífics en què el grau de controvèrsia no sigui gaire alt, centrant-se sobretot en la identificació i justificació d'hàbits saludables i de les recomanacions per reduir els impactes ambientals, evitar el malbaratament dels recursos materials i promoure l'estalvi energètic.

Es dedicarà temps a treballar com es construeix un argument proporcionant orientacions i exemples. El professorat orientarà l'avaluació i la interpretació de les dades, i ajudarà a fer la connexió entre dades i teories.

En la interpretació de textos s'utilitzaran textos divulgatius adequats als coneixements dels alumnes i se'ls ajudarà a contextualitzar-los, a interpretar-los i a prendre partit davant les afirmacions que continguin.

Els debats sociocientífics sobre qüestions controvertides es planificaran amb molta cura, i es proporcionaran als alumnes fonts d'informació fiables i elements clau per prendre partit i defensar una opinió.

En l'elaboració d'assajos científics es facilitaran exemples i bastides de suport, i es potenciarà la confecció de textos curts i ben estructurats. Tant en l'elaboració de textos com en els debats es promourà la incorporació gradual dels termes científics propis del tema que es discuteix i dels models que s'utilitzen, assegurant la comprensió del seu significat.

SEGON CICLE

CA1. Sentit crític

Al final del segon cicle de segona ensenyança, l'alumne fa un judici reflexiu amb criteris científics i sentit crític sobre una qüestió sociocientífica, mediambiental o de salut determinada, defensant amb consistència i

28 | Programa de ciències físiques i de la natura

seguretat els arguments i posicionaments propis i avaluant els punts de vista alternatius, per tal d'acceptar-los o refutar-los en funció de les proves i coneixements científics aportats.

A més, valora amb sentit crític els beneficis i els possibles inconvenients d'una aplicació de la ciència en la societat, el medi ambient o la salut, o els efectes de conductes de risc envers la salut o el medi ambient, tenint en compte consideracions de caràcter científic, ètic, social o econòmic.

Per últim, justifica amb sentit crític l'adopció de mesures i actituds responsables per a la conservació del medi ambient, la prevenció de riscos naturals o de conductes de risc per a la salut personal i col·lectiva, així com l'adquisició d'hàbits saludables a partir d'un coneixement més detallat de la dinàmica dels processos que originen els riscos naturals, dels mecanismes a nivell orgànic, cel·lular i molecular que provoquen les malalties, i dels principis que sustenten el desenvolupament sostenible.

CA2. Coherència

Al final del segon cicle de segona ensenyança, l'alumne argumenta sobre qüestions sociocientífiques, mediambientals o de salut. L'argumentació implica justificar les conclusions a partir de les dades, mitjançant un raonament en el marc d'un model científic. Per fer-ho l'alumne selecciona amb coherència dades fiables i significatives per justificar una afirmació sobre una qüestió sociocientífica, mediambiental o de salut, presentades en forma de taules, percentatges, gràfiques, estadístiques, etc.

L'alumne interpreta el significat de les dades amb coherència en base als seus coneixements, mostrant una major autonomia per organitzar, relacionar i analitzar aquestes dades, i avalua la seva fiabilitat en funció de les fonts d'on procedeixen (llibres de text, monografies, articles de revistes de divulgació científica, etc.).

També identifica el model científic que és coherent respecte a una qüestió sociocientífica, mediambiental o de salut determinada, establint la connexió entre les dades i el model científic, que presenta nivells de conceptualització més complexos des del punt de vista de l'organització i l'estructura.

Alhora, fa raonaments coherents, no contradictoris ni imprecisos basats en dades i proves científiques per justificar una conclusió o l'adopció de mesures apropiades per prevenir o minimitzar problemes mediambientals o de salut.

L'alumne contraargumenta amb coherència en contra d'afirmacions que no estan basades en proves i teories científiques o en contra d'arguments que mostren incoherències, contradiccions o imprecisions.

Orientacions sobre la progressió de la competència a segon cicle

A segon cicle de segona ensenyança es plantejaran qüestions sociocientífiques, ambientals i de salut d'un grau de complexitat més alt, que puguin abordar-se usant els models macroscòpics, cel·lulars i moleculars que es treballen en el segon cicle.

S'abordaran temes relacionats amb el desenvolupament sostenible, la conservació del medi ambient, la prevenció de riscos naturals i de conductes de risc per a la salut personal o col·lectiva i l'adquisició d'hàbits saludables amb un abast més global que els temes tractats en el primer cicle; per exemple, el canvi climàtic, la transformació energètica, les conseqüències de la digitalització, els avenços sanitaris, les campanyes de vacunació, la fecundació in vitro, el desenvolupament sostenible, etc.

Es tractaran problemes sociocientífics en què el grau de controvèrsia sigui més alt, tenint en compte els arguments dels altres i la contraargumentació. També es promourà l'anàlisi de problemes en què calgui considerar una diversitat d'arguments de caràcter científic, ètic, social i econòmic.

En la interpretació de textos es treballarà amb textos més complexos que a primer cicle i s'ajudarà els alumnes a contextualitzar-los, interpretar-los i prendre partit davant les afirmacions que continguin, però deixant-los un marge d'autonomia més gran.

En els debats sociocientífics sobre qüestions controvertides s'animarà els alumnes que cerquin informació, alhora que se'ls dona elements per valorar la seva fiabilitat en funció de la credibilitat de les fonts. També es

29 | Programa de ciències físiques i de la natura



promourà la consideració d'arguments alternatius i la contraargumentació. I es farà èmfasi en la defensa argumentada de les actituds i les mesures que es poden adoptar.

En l'elaboració d'assajos científics es facilitaran bastides de suport, i es potenciarà la confecció de textos ben estructurats i amb claredat expositiva. Tant en l'elaboració de textos com en els debats se serà més exigent en l'ús apropiat dels termes científics propis del tema que s'aborda i dels models que s'utilitzen, assegurant la comprensió del seu significat.



Recursos d'aprenentatge

Els sis blocs de recursos que s'han seleccionat al programa de ciències físiques i de la natura responen a sis grans temàtiques. En aquests blocs s'aborden les qüestions o problemàtiques més rellevants de la societat a les quals la ciència mira o ha mirat de donar resposta. Les qüestions de ciència, tecnologia i societat (CTS) que es proposen són grans qüestions actuals de la ciència o que ja es van plantejar els científics per arribar al punt actual en què ens trobem. A partir de qüestions com “Per què la Lluna no s'escapa i continua fent voltes a la Terra?” o “Hi haurà noves espècies en el futur?” es pretén desenvolupar l'adquisició de les tres competències científiques en l'alumnat. Per tant, els recursos no estan organitzats per disciplines separades i aïllades (física, química, biologia i geologia), sinó en relació amb els grans blocs triats per abordar aquestes qüestions de ciència, tecnologia i societat.

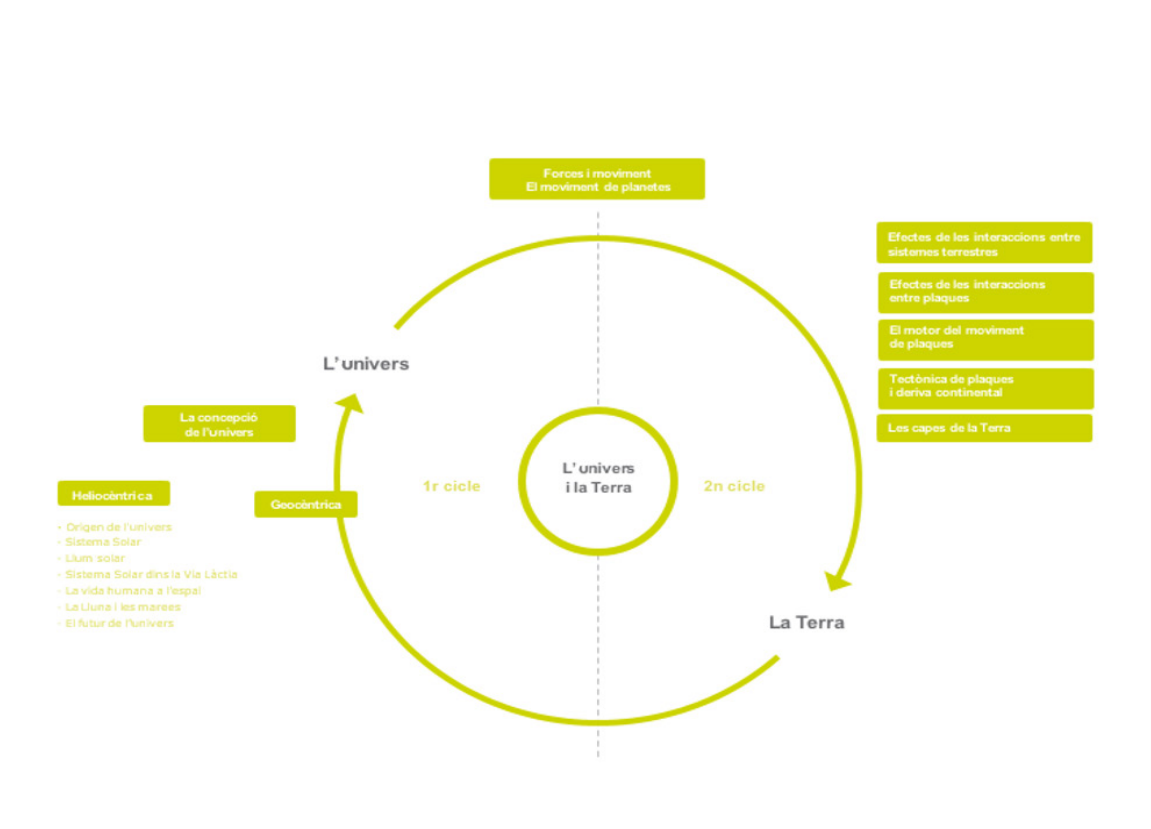
El primer bloc està orientat al coneixement de l'univers, el planeta Terra i el seu dinamisme. El segon bloc fa referència a l'energia i la sostenibilitat. El tercer bloc aborda els materials, la seva composició i les reaccions químiques, així com l'obtenció i l'ús dels materials i el seu impacte en el medi ambient. En el quart bloc es tracta la cèl·lula, les seves funcions i la revolució genètica. El cinquè bloc planteja les classificacions dels éssers vius, les seves interaccions i les dinàmiques evolutives. L'últim bloc aborda el camp de la salut des d'un enfocament de la prevenció i la cura de les malalties.

És important destacar que aquests sis blocs es tracten tant a primer com a segon cicle i que la progressió dels recursos està pensada de manera que la complexitat en els conceptes i el seu tractament augmenti, que els procediments tinguin un caràcter creixent en complexitat i que les actituds es vagin consolidant. Per exemple, a primer cicle es tracten els éssers vius i la seva classificació, mentre que a segon cicle s'aprofundeix en les interaccions dels éssers vius entre ells i amb el medi, i la seva evolució.

BLOCS	1r CICLE	2n CICLE
L'univers i la Terra	La Terra dins l'univers	Origen i constant canvi de la Terra
Energia i sostenibilitat	La necessitat d'energia i el seu cost ambiental	Noves fonts d'energia
Els materials i el medi ambient	Els materials i les substàncies	Els materials del futur
La revolució genètica	La reproducció de les espècies	Els avenços i els límits de la genètica
L'origen de la vida i la diversitat dels éssers vius	Què és el que ens fa humans	Adaptar-se a l'entorn
Viure més i viure millor	Estils de vida saludables	Mantenir-se sa

Bloc 1. L'univers i la Terra

Aquest bloc s'articula a primer cicle des d'un marc molt ampli com és l'univers, el seu origen, el Sistema Solar, els planetes, etc., per abordar finalment qüestions relacionades amb el planeta Terra, la seva dinàmica i les conseqüències d'aquesta dinàmica, com poden ser els volcans, els terratrèmols i la formació de serralades. Qüestions com “Per què només es veu una cara de la Lluna?” o “Continuen creixent les muntanyes?” ajuden a contextualitzar els fets i els conceptes, els procediments i les actituds i valors del bloc. A més, aquest bloc aborda les lleis físiques fonamentals de la dinàmica, és a dir, de les forces i el moviment. Els conceptes físics com les distàncies i les escales o la velocitat de la llum es tracten de forma contextualitzada.



Bloc 1. L'univers i la Terra

1r CICLE	2n CICLE
Què en podem saber, sobre com i quan es va originar l'univers? De què està fet l'univers? Què són les galàxies? Quin lloc ocupa la Terra dins de l'univers? Com hem arribat a saber que la Terra gira al voltant del Sol? Per què només veiem una cara de la Lluna? Podríem viure fora de la Terra? Com afecta l'univers la vida humana? Podem extreure recursos de l'univers? Durarà sempre el Sol? Estem sols a l'univers?	Com i quan es va originar la Terra? Com podem conèixer quina és l'estructura interna de la Terra? Com sabem que el nucli de la Terra és fluid? Com és l'estructura interna de la Terra? De quins materials està feta? Continuen creixent les muntanyes? A Andorra hi ha volcans i terratrèmols? Es poden preveure les erupcions volcàniques, els terratrèmols i els tsunamis? Com sabem que la Terra està en constant moviment? Com es formen les roques? Per què les sondes espacials continuen la seva trajectòria rectilínia mentre són lluny d'un camp gravitatori? Per què la Lluna no s'escapa, sinó que continua fent voltes a la Terra? Per què els planetes fan voltes al Sol i no segueixen una trajectòria rectilínia?
FETS I CONCEPTES	
L'univers Ciència i pseudociència: astronomia i astrologia La concepció de l'univers: teoria heliocèntrica i teoria geocèntrica L'origen de l'univers. El Big Bang Mètodes d'observació indirectes Història de les grans preguntes i les grans respostes Matèria fosca Antimatèria	Forces i moviment Moviment i sistemes de referència. Trajectòria, posició, recorregut. Velocitat i acceleració Composició i equilibri de les forces Forces als fluids. Pressió hidrostàtica i atmosfèrica. El principi d'Arquímedes i la flotabilitat i el principi de Pascal Lleis de moviment de Newton (<i>inèrcia, dinàmica i acció-reacció</i>) i aplicacions Llei de gravitació universal. Pes i caiguda d'objectes. Moviment de planetes i satèl·lits
El Sistema Solar Els estels, els planetes, els satèl·lits, les llunes, els asteroides, els cometes i els residus a l'espai Dimensions i moviments dels elements del Sistema Solar Interaccions entre elements L'energia solar La velocitat de la llum Les unitats de mesura de l'univers: anys llum Distàncies i escales. Potències de 10 El Sistema Solar en la Via Làctia Components del Sistema Solar Exoterres i exoplanetes La Lluna i les marees La vida humana a l'espai Canvi de condicions Els hàbits dels astronautes La carrera espacial Efectes socials Conseqüències en la vida a la Terra (revolució tecnològica)	Els subsistemes de la Terra Atmosfera, hidrosfera, biosfera, geosfera Els mètodes d'observació indirecta Teoria de Wegener: tectònica de plaques i deriva continental. El motor del moviment de plaques Els efectes de la interacció entre plaques Efectes negatius per a l'ésser humà: volcans, terratrèmols, tsunamis Efectes positius per a l'ésser humà: formació de muntanyes, illes, serralades, trencament de continents, formació d'oceans El cicle de les roques: meteorització-erosió-transport-sedimentació-metamorfosi-meteorització Interacció entre sistemes Agents geològics externs Agents geològics interns Agents geològics interns i externs al Principat d'Andorra

PROCEDIMENTS	
C1	
Elaboració d'un model de l'univers a partir d'idees prèvies Revisió del propi model de l'univers a partir de les conclusions d'indagació no experimental Explicació de les estacions de l'any a Andorra i a altres indrets de la Terra a partir del model Sol-Terra-Lluna Elaboració de models explicatius de la vida humana a l'espai Representació gràfica de la interrelació entre la Lluna i les mareas de la Terra	Explicació del moviment dels cossos a partir de models Modelització de la formació de la Terra en capes Elaboració d'un model funcional del cicle de les roques Elaboració d'un model de la tectònica de plaques a partir d'idees prèvies Revisió del propi model de tectònica de plaques
C2	
Indagació sobre els arguments de les teories geocèntriques i heliocèntriques Cerca d'informació de les dificultats socials i religioses de les teories de la concepció de l'univers Comparació dels resultats de la cerca amb els resultats d'altres companys Anàlisi de les hipòtesis, dels raonaments i de les conclusions que contenen les teories de la concepció de l'univers Disseny d'una experimentació sobre el futur de l'univers: generació d'hipòtesis, identificació de variables (dependents, independents i estranyes), selecció de materials Observació i descripció científica utilitzant el vocabulari apropiat Elaboració d'una bibliografia científica	Indagació experimental del moviment d'objectes: establiment d'hipòtesis, experimentació i elaboració de conclusions Resolució de problemes senzills per l'aplicació de les lleis de Newton Indagació experimental dels factors que condicionen la flotabilitat d'un cos en un fluid Indagació no experimental sobre el motor del moviment de plaques (verificació de la teoria de Wegener): establiment d'hipòtesis, recerca no experimental, elaboració de conclusions sobre les quals falla la teoria de Wegener Indagació de les causes de les interaccions entre sistemes Indagació no experimental sobre els edificis intel·ligents en les zones sísmiques Indagació sobre per què hi ha aigua termal a Escaldes-Engordany
C3	
Anàlisi sobre la solidesa dels arguments que avalen la teoria del big-bang Participació en debats sobre el futur de l'univers Identificació de tesis i arguments en textos científics i en documents audiovisuals Identificació de les fonts d'on provenen els arguments Argumentació raonada sobre la independència de la ciència respecte a altres interessos Participació en debats utilitzant arguments propis i aliens Expressió oral o escrita de solucions per a qüestions sociocientífiques usant arguments	Justificació de la presència/absència de moviment en relació amb les diferents forces que actuen sobre un sistema Argumentació sobre com es poden prevenir riscos naturals Justificació dels motius pels quals hi ha densitats de població altes prop dels volcans Recerca d'arguments per justificar com cal adaptar-se al canvi progressiu i previsible de la Terra Recerca d'arguments per justificar com cal prevenir els canvis bruscos de la Terra
ACTITUDS I VALORS	
Plantejament crític de les posicions històriques en què l'ésser humà és situat com a centre de l'univers Curiositat per descobrir com s'engloba la Terra dintre d'un sistema superior (Sistema Solar) i, a la vegada, aquest sistema en un altre de superior (Via Làctia), i així successivament Valoració de l'impacte de la carrera espacial al segle XX (polític i social) i les possibilitats d'exploracions futures en diferents àmbits (obtenció de recursos...)	Presa de consciència de la multiplicitat de forces que actuen sobre un objecte Presa de consciència de l'impacte humà en els relleus i paisatges Valoració de la utilització de mesures de predicció i prevenció de riscos naturals

Curiositat per comprendre com els agents geològics han generat les diferents formacions i estructures terrestres a un nivell macro (*paisatges, serralades, penya-segats...*) i a un nivell micro (*trencaments de les roques, sorra de la platja...*)

Curiositat pels fenòmens derivats del moviment de plaques tectòniques

Orientacions didàctiques del bloc 1

És important adquirir consciència de la immensitat de l'univers i, en conseqüència, de la necessitat de noves unitats: la unitat astronòmica i l'any llum. La primera explicació històrica dels moviments dels cossos celestes va considerar la Terra com a centre de l'univers (geocentrisme). Cal construir un model Sol-Terra de manera que l'alumnat pugui explicar el moviment de la Terra al voltant del Sol (model heliocèntric) que posi en conflicte el model geocèntric, aportant-ne evidències. Pel que fa al nostre planeta, cal posar en crisi la idea que es tracta de quelcom molt ferm i estable; per fer-ho podem analitzar evidències que indiquen que la Terra d'estable i quieta no en té res, és un planeta canviant. També és important destacar que l'anàlisi de la transmissió de les ones sísmiques proporciona molta informació sobre les diferents capes del planeta.

Caldrà considerar les evidències sobre la mobilitat dels continents i explicar les causes d'aquest desplaçament. Això portarà a la necessitat de considerar la font d'energia responsable del moviment. És important entendre què hi ha i què passa en els límits de les plaques i comprovar que cadascun dels tipus de contacte implica un moviment diferent entre les masses continentals relacionades. Les roques s'han de contemplar com a registres dels fets ocorreguts al planeta al llarg de la seva història; cal aprendre a llegir les roques per interpretar el passat del planeta.

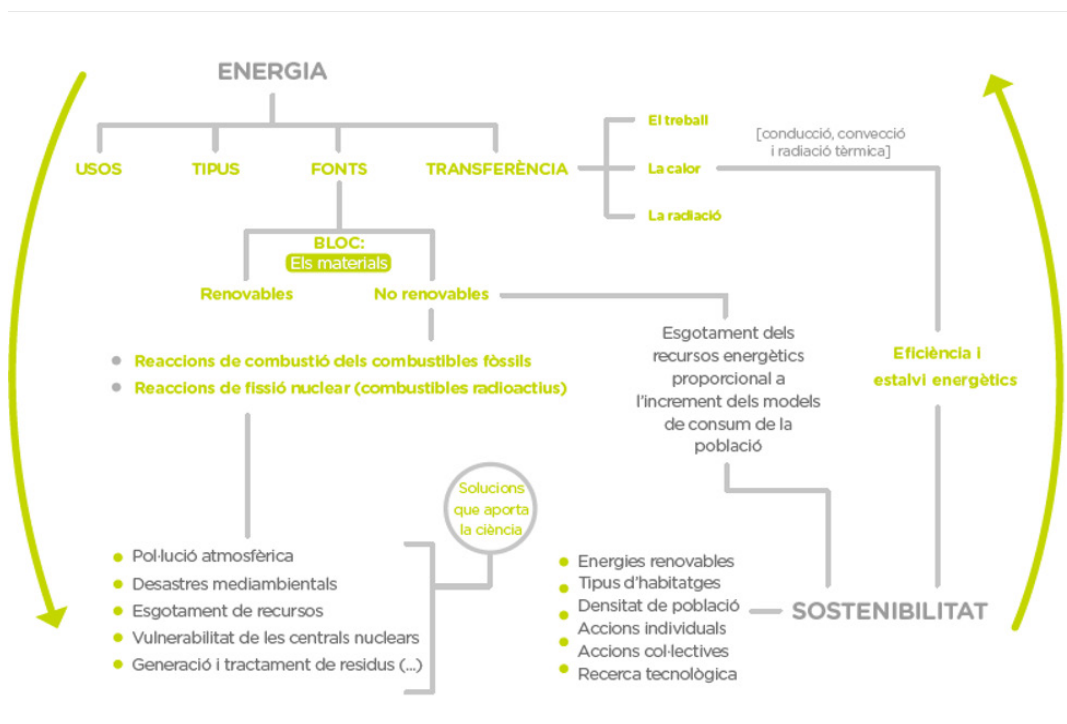
En l'estudi de les forces cal tenir en compte els efectes que produeixen sobre els cossos: en canvien l'estat de moviment o els deformen.

També cal diferenciar entre forces de contacte i forces a distància. Una de les forces a distància més importants és la força de la gravetat, que ens explica tant la caiguda dels objectes a la Terra com el moviment dels planetes al voltant del Sol. L'efecte de la deformació en un cos com una goma elàstica o una molla ens pot permetre idear un mètode experimental per mesurar les forces. Un altre aspecte molt important és treballar la manera de representar les forces mitjançant fletxes que ens serveixin per indicar la direcció i el sentit en què actuen. Finalment, cal aprendre a sumar forces gràficament de manera que puguem predir la força resultant i també explicar els casos en què els cossos poden estar en equilibri. La diferenciació entre massa i pes és un dels reptes més importants que cal afrontar. La qüestió sobre si pesem igual a la Terra que a la Lluna ens pot permetre encetar aquesta qüestió.

En el segon cicle podem revisar el tema de les forces i abordar el moviment circular uniforme i el concepte de força centrípeta, que explica, per exemple, per què la Lluna no segueix una trajectòria rectilínia. Una indagació històrica sobre els primers intents de descripció de l'univers, fent notar la importància que va tenir el pas de teories geocèntriques a les teories heliocèntriques, l'observació acurada del moviment dels planetes i, finalment, l'establiment de la llei de gravitació universal per Newton, pot permetre als alumnes adonar-se de la gran aventura del coneixement en el camp de l'astronomia i de tots els aspectes que encara desconexim.

Bloc 2. Energia i sostenibilitat

Aquest bloc aborda l'energia, els fenòmens associats i les fonts i la generació d'energia des de la perspectiva de la sostenibilitat. Per una banda, abordem qüestions com "D'on traiem l'energia?", en què es tracten conceptes físics com el treball, la força, la calor, els recursos energètics o les fonts d'energia..., però tenint en compte algunes qüestions com "Cal reduir el consum energètic?", que respon a una problemàtica social: l'esgotament de recursos energètics, els patrons de consum energètic i les seves repercussions mediambientals.



Bloc 2. Energia i sostenibilitat

1r CICLE	2n CICLE
Necessitem tota l'energia que consumim actualment? Cal reduir el consum energètic? Quins riscos comporta la generació d'energia? Cal buscar noves fonts d'energia? Quines accions individuals podem emprendre per millorar la sostenibilitat ambiental? Quins són els reptes per reduir la contaminació atmosfèrica? D'on traiem l'energia? Per què algunes reaccions químiques alliberen energia? Quins impactes mediambientals provoca la generació d'energia en grans quantitats? Quines són les característiques de les energies renovables?	Què substituirà el petroli i quan? Com podrien ser les energies del futur? Per què s'està escalfant la Terra en l'últim segle? Quins impactes pot tenir en els ecosistemes i en la societat? La tecnologia pot solucionar els problemes energètics? S'han de buscar nous models econòmics amb models de consum d'energia més moderats i més ben distribuïts? Quins són els grans problemes del creixement agressiu, insostenible i il·limitat que està tenint lloc des de les últimes dècades? Quines són les causes i conseqüències d'aquest creixement? Quines són les accions positives que podem hem de dur a terme per avançar cap a la sostenibilitat? Quines accions individuals i col·lectives podem emprendre per millorar la sostenibilitat energètica?
FETS I CONCEPTES	
L'energia Energia i usos de l'energia Les fonts d'energia renovables (vent, sol, aigua, biomassa, marees i onades) i no renovables (hidrocarburs, gas natural, carbó, urani) Font d'energia: eòlica, hidràulica, fotovoltaica, termosolar, geotèrmica, mareomotriu, energia de les ones, tèrmica, cogeneració i nuclear Fonts d'energia a Andorra: hidràulica, geotèrmica, cogeneració per cycle combinat Tipus d'energia: energia cinètica i potencial Tipus d'energia segons el fenomen en què es manifesta: mecànica, elèctrica, lluminosa, química, nuclear	Transferència d'energia II Transferència d'energia: treball, força, moviment, calor Transferència d'energia mitjançant fissió i fusió nuclears Beneficis i inconvenients (residus nuclears, conseqüències socials)
Transferència d'energia Transferència d'energia: calor, treball i radiació. Radiació electromagnètica Transferència d'energia tèrmica: conducció, convecció i radiació. Materials aïllants i conductors	Recursos energètics Recursos minerals: minerals metàl·lics i no metàl·lics. Extracció i utilització Classificació dels minerals. Extracció i utilització de metalls Distribució dels recursos naturals. Factors socials i econòmics El cycle de les roques, formació de roques i minerals i els processos de destrucció de roques (<i>erosió, meteorització...</i>)
Sostenibilitat Generació d'energia mitjançant reaccions químiques: reaccions de combustió, piles, bateries Compostos del carboni: l'estructura molecular del monòxid i del diòxid de carboni Composició de l'atmosfera. Qualitat de l'aire Sostenibilitat ambiental a Andorra: política energètica a curt termini, dependència energètica Contaminació de l'aire i els efectes sobre la salut humana i l'entorn, disminució del cabal ecològic d'un riu i l'impacte sobre la fauna i la flora Estratègies per a la reducció del consum energètic	Sostenibilitat Desastres ambientals globals –canvi climàtic: efecte d'hivernacle, marees negres, escalfament global, pluja àcida, acidificació dels oceans, canvi climàtic, desaparició d'espècies, salut humana Estratègies per disminuir la petjada ecològica Accions socials per disminuir residus energètics (polítiques públiques, economia, organitzacions) Convivència de la població mundial amb els nivells de consum i la biodiversitat Contaminació atmosfèrica: monòxid de carboni, òxid de nitrogen, diòxid de sulfur, diòxid de carboni, partícules sòlides o ozó

Energies de menys impacte ambiental (disponibles a Andorra):
fotovoltaica, centrals hidràuliques, energia eòlica, biomassa...

Comportaments individuals per reduir residus

PROCEDIMENTS

C1

Elaboració de models senzills de transferència d'energia
Elaboració de models senzills sobre els gasos de l'atmosfera

Explicació dels fenòmens de transferència d'energia a partir de
models

Elaboració del model de fissió i fusió nuclear, fent èmfasi en els
residus en forma de radiació

C2

Identificació de l'energia en la vida quotidiana

Classificació dels usos de l'energia i justificació de la seva
necessitat per a la vida

Indagació sobre les diferents fonts d'energia Diferenciació entre
fonts d'energia

Indagació sobre la dependència energètica d'Andorra (hipòtesi,
indagació no experimental, elaboració de conclusions)

Experimentació sobre la transferència d'energia

Diferenciació entre transferència per mecanismes físics o
químics

Experimentació sobre reaccions químiques dels derivats del
carboni

Elaboració d'hipòtesis sobre el destí dels residus de les
reaccions químiques en la transferència d'energia

Recollida de dades sobre la contaminació de l'aire en diferents
punts del Principat d'Andorra

Elaboració de preguntes sobre la necessitat d'energia i els
impactes en el medi ambient

Indagació sobre desastres mediambientals propers

Anàlisi de textos científics divulgatius, notícies de premsa o
documentals sobre sostenibilitat energètica i ambiental

Indagació no experimental sobre els efectes de la radiació dels
metalls pesants en la salut humana i en el medi

Indagació sobre la presència de metalls pesants en els ali-
ments

Avaluació de la credibilitat de les informacions en funció de la
seva procedència

Validació d'hipòtesis sobre les causes de la petjada ecològica

Experimentació sobre la generació de moviment a partir
d'escalfor

Indagació no experimental sobre les fonts d'energia del futur
Anàlisi dels avantatges i inconvenients dels nous materials
Indagació sobre les causes de l'excés de consum energètic

Establiment de relacions entre la densitat de població, el model
de consum i la petjada ecològica

C3

Establiment de relacions dels desastres mediambientals amb el
coneixement científic i amb el context social

Participació en debats sobre les accions necessàries per
assegurar la sostenibilitat energètica al Principat d'Andorra

Proposta d'accions individuals per millorar la sostenibilitat
ambiental

Proposta argumentada de solucions energètiques a curt i mitjà
termini

Argumentació sobre la sostenibilitat del model energètic local
usant arguments que provenen de la pròpia indagació i de
models

Anàlisi crítica d'arguments presents en documentals o articles
sobre la sostenibilitat energètica i ambiental

Avaluació dels riscos que comporta el consum energètic no
controlat

Argumentació sobre els vincles entre el canvi climàtic i els
consums d'energia

Proposta d'accions globals per disminuir la contaminació

Justificació de la qualitat de "renovable" d'una font d'energia a
partir de la interpretació de models

Participació en debats sobre polítiques públiques en matèria de
medi ambient i de salut

ACTITUDS I VALORS

Consciència de la importància d'una bona gestió dels recursos
naturals

Valoració de la importància de minimitzar els residus energètics

Qüestionament de la independència de la ciència respecte als
interessos econòmics, polítics o d'altres tipus

Consciència de la importància d'una bona gestió dels recursos
naturals

Valoració de la importància de minimitzar els residus energètics

Qüestionament de la independència de la ciència i dels
interessos econòmics, polítics o d'altres tipus

Gust per descobrir les maneres de tractar el problema de la sostenibilitat

Iniciativa per emprendre accions personals coherents amb la pròpia consciència mediambiental

Gust per descobrir les maneres de tractar el problema de la sostenibilitat

Iniciativa per emprendre accions personals coherents amb la pròpia consciència mediambiental

Orientacions didàctiques del bloc 2

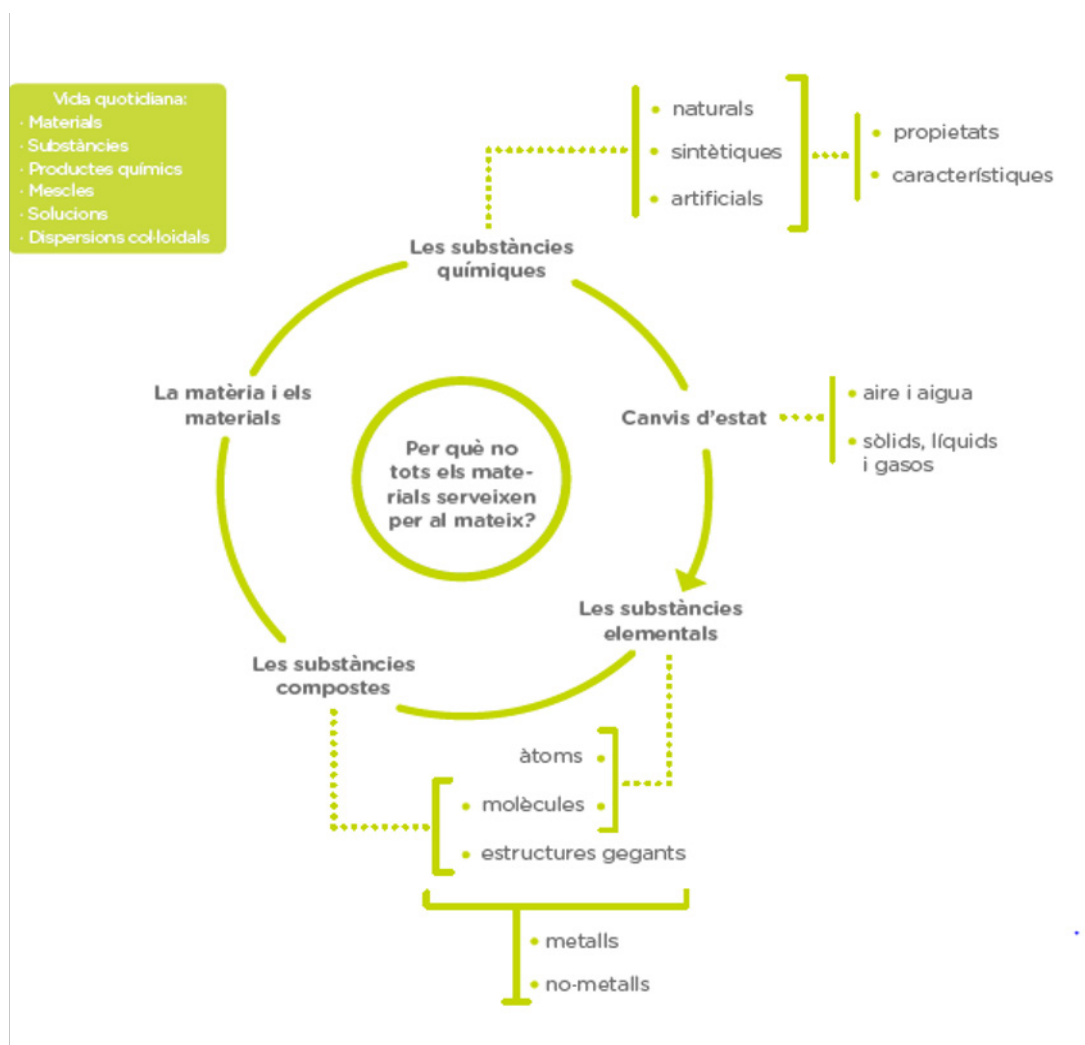
En el primer cicle, cal que els alumnes s'adonin de la importància de la necessitat d'energia per a totes les activitats que desenvolupem: caminar; mantenir el nostre cos calent; escalfar els habitatges, l'aigua i els aliments; fer funcionar els vehicles i les màquines, i transportar els aliments; la indústria; els plaguicides i els fertilitzants, etc. Cal també que siguin conscients dels tipus d'energia que existeixen i de les transformacions i transferències d'energia que tenen lloc contínuament. Aquesta transferència es dona a través del treball i la calor, fonamentalment. La mesura del treball i la calor pot constituir una ocasió excel·lent per dissenyar i portar a terme aquests processos. Per acabar, la introducció del concepte de potència i la seva unitat, el watt, és imprescindible per afrontar qüestions com el consum i el rendiment energètics.

En el segon cicle es pot aprofundir en la diferenciació entre energia cinètica i energia potencial, i entre els conceptes de temperatura d'un cos i energia tèrmica. Cal insistir que *calor* és el nom que reservem quan diem que l'energia tèrmica està en trànsit d'un cos a un altre. La importància de l'estalvi energètic i de l'eficiència energètica ens pot permetre indagar els mecanismes a través dels quals la calor es propaga: conducció, convecció i radiació. És important debatre a classe les idees bàsiques de la conservació de l'energia i la seva dissipació constant. Finalment, l'estudi de les fonts d'energia renovables i no renovables ens ha de portar a la valoració dels problemes ambientals que genera l'ús dels combustibles fòssils i, en particular, el problema de l'escalfament global de la Terra, i dels avantatges i desavantatges que comporta l'ús de l'energia nuclear, així com la importància cada cop més gran de l'ús de les energies renovables. Aspectes sobre el consum i l'estalvi de l'energia elèctrica en les llars poden permetre finalitzar aquest bloc plantejant accions personals que podem dur a terme per tal de contribuir a l'estalvi i l'eficiència energètics.



Bloc 3. Els materials i el medi ambient

L'ésser humà, al llarg de tota la història, ha utilitzat els diversos materials que tenia a l'abast per a l'ús propi. Des d'un enfocament dels materials, les seves fonts, la utilització i la perspectiva d'ús en l'actualitat i en un futur, es tracten qüestions com "Quines relacions es troben entre les propietats i l'estructura de la matèria?" o "Com podem obtenir materials nous?". S'aborden les propietats característiques de les substàncies i els seus canvis, tenint en compte els problemes mediambientals derivats de l'ús i l'explotació dels materials.



Bloc 3. Els materials i el medi ambient

1r CICLE	2n CICLE
On es troben els materials? Tots els materials s'obtenen de la natura? Quins són els materials més utilitzats per l'ésser humà? Com s'obtenen les substàncies? Com identifiquem les substàncies? Quines propietats diferencien els líquids, els sòlids i els gasos? Com obtenim substàncies que es troben mesclades? Com triem els materials que necessitem per a determinades funcions?	Quines relacions hi ha entre les propietats i l'estructura de les substàncies? Per què el diamant i el grafit són diferents? Tot el que és natural és sa? Com obtenim les substàncies que cal extreure de la natura? Com obtenim materials nous? Quines característiques se cerquen en els materials per assegurar la sostenibilitat? Com seran els materials del futur? Per què s'oxiden alguns metalls? Quin tipus de substància ens permet combatre l'acidesa estomacal i per què?
FETS I CONCEPTES	
Les propietats generals de la matèria. Substàncies químiques i mescles. Materials Mesura de la massa, el volum i la densitat Concepte de substància química. Propietats característiques de les substàncies químiques: temperatura de fusió, temperatura d'ebullició, densitat, solubilitat, etc. Extracció, obtenció i identificació de substàncies Mètodes de separació de substàncies: filtració, destil·lació, extracció, cromatografia. Criteri de puresa. Graus de puresa Substàncies naturals, sintètiques i artificials Mesclures, solucions i dispersions col·loïdals a la vida quotidiana	Conceptes bàsics de la química Partícules constitutives de les substàncies elementals i dels compostos: àtoms, molècules i ions. Concepte d'element químic Un model per a l'àtom. Isòtops L'enllaç químic entre els àtoms d'una molècula. Gasos. La teoria cinètica molecular Sòlids. Propietats i estructura. Estructures gegants iòniques, metàl·liques i covalents, i estructures moleculars Significat de les fórmules químiques Taula periòdica dels elements i de les substàncies elementals
Un model corpuscular per als sòlids, líquids i gasos Propietats físiques de l'aire. Model corpuscular d'un gas Propietats de l'aigua. Canvis d'estat de l'aigua Model corpuscular d'un líquid i d'un sòlid. Interpretació corpuscular dels canvis d'estat	Substàncies i productes químics de la vida quotidiana Conceptes de substància química, producte químic i material Substàncies naturals, sintètiques i artificials Matèries primeres: substàncies a l'atmosfera, la hidrosfera, la litosfera i la biosfera El carbó, el petroli i el gas natural Compostos del carboni. Hidrocarburs. Alcohols. Àcids carboxílics. Èsters. Greixos i olis Polímers Molècules en els éssers vius: proteïnes, carbohidrats, àcids nucleics Productes químics: productes de neteja, cosmètics, medicaments, additius alimentaris, fertilitzants, plaguicides. Perills i riscos de les substàncies Síntesi de les substàncies La indústria química La reacció química. Equacions químiques Quantitat de substància: el mol, la concentració molar L'energia en les reaccions químiques La velocitat de les reaccions. Catalitzadors Extracció de metalls. Metal·lúrgia. Extracció d'alumini. Electròlisi. Corrosió i protecció dels metalls. El cicle dels metalls Àcids i al·calis. Àcids forts i febles. Reaccions dels àcids. Obtenció de sals Obtenció de polímers

Substàncies elementals i compostos químics Substàncies que poden descompondre's en altres de més simples: compostos químics Substàncies que no es poden descompondre: substàncies elementals Estructura de les substàncies: molècules i estructures gegants Classificació de les substàncies elementals: metalls i no-metalls	Materials Tipus de materials: metalls, materials ceràmics i vidres, polímers naturals i sintètics, plàstics i fibres. Materials compostos o compost Elecció de materials en funció de les seves propietats. Cicle de vida d'un material. Reciclatge de materials Materials radioactius: beneficis i riscos Els materials del futur: materials intel·ligents i biomaterials, el grafè, plàstics conductors, etc.
Canvi químic Característiques del canvi químic. Un model molecular per a la reacció química La composició de l'aire L'oxigen i les reaccions d'oxidació (combustió, corrosió, respiració) La contaminació de l'aire	Química per a un món sostenible La contaminació d'aigües, el sol i l'atmosfera. Contaminants atmosfèrics. Mètodes d'identificació i detecció de substàncies contaminants La pluja àcida. El forat de la capa d'ozó Química verda. <i>Cradle to cradle</i> . Residu zero. Reciclatge
PROCEDIMENTS	
C1	
Elaboració del model corpuscular de la matèria a partir de les idees prèvies del canvi d'estat de l'aigua Descripció de les característiques dels materials Representació d'estructures moleculars mitjançant models Elaboració de models sobre canvis (canvis d'estat de la matèria) Explicació de fenòmens naturals a partir del model de canvi d'estat Interpretació dels estats de la matèria (pressió, volum, temperatura) i dels seus canvis (difusió, dilatació, dissolució, canvi d'estat) a partir de models Revisió del propi model corpuscular a partir de noves observacions Interpretació d'aplicacions d'un model a la vida quotidiana	Representació d'estructures moleculars mitjançant models Elaboració de representacions mitjançant models Interpretació de situacions relacionades amb la vida quotidiana a partir de models científics Revisió dels propis models a partir de noves observacions Aplicació dels models a diferents contextos Predicció de relacions de canvi a partir de models Interpretació d'estructures a partir de models
C2	
Plantejament de preguntes sobre els materials de la Terra Plantejament d'hipòtesis sobre l'element més abundant a la Terra Observació dels canvis d'estat Observació de les propietats de la matèria Identificació de les característiques dels elements Diferenciació entre elements Identificació d'elements en la vida quotidiana Disseny d'experiments senzills Ús d'aparells de mesura Recollida i tractament de dades experimentals Avaluació de les evidències experimentals obtingudes Elaboració d'explicacions Elaboració de conclusions de l'experimentació	Elaboració d'hipòtesis sobre situacions de la vida quotidiana mitjançant la interpretació d'un model Plantejament d'hipòtesis validables i investigables sobre els materials del futur Justificació del motiu pel qual una hipòtesi és validable Identificació d'hipòtesis a partir d'experimentacions fetes per un altre Identificació de les característiques dels materials Classificació de fenòmens per tipus de reacció i per tipus d'enllaç Classificació dels elements per substàncies Cerca d'informació sobre els camps d'aplicació dels nous materials: nanotecnologia i biotecnologia Anàlisi crítica de la informació cercada Càlculs senzills de quantitats en equacions químiques. Càlculs estequiomètrics Indagació experimental sobre substàncies de la vida quotidiana Control de variables de la indagació Obtenció d'evidències de la teoria cinetomolecular dels gasos a partir d'experimentacions senzilles

	Interpretació de les dades de l'experimentació Interpretació gràfica de les dades obtingudes de l'experimentació Elaboració de conclusions de l'experimentació Identificació de les possibles causes de la no validació de les hipòtesis
C3	
Proposta de materials que s'han de prioritzar en el futur Ús d'arguments extrets de més d'una font d'informació Separació clara entre la proposta i l'argument científic Participació en debats	Lectura de textos científics divulgatius sobre els nous materials Anàlisi de notícies relacionades amb la salut i els materials dels aliments Elaboració d'informes senzills sobre accions per emprendre en la qüestió dels materials i la salut Exposició dels avantatges i riscos que alguns materials suposen per al medi ambient Ús dels arguments extrets dels resultats de les pròpies indagacions Elaboració d'argumentacions per defensar els propis models Defensa de les pròpies opinions utilitzant l'estructura deductiva Proposta de solucions als problemes ambientals i de salut que suposen l'extracció o l'ús d'alguns materials
ACTITUDS I VALORS	
Valoració del bon ús dels materials i de les mesures de precaució al laboratori Presa de consciència de la necessitat de materials sostenibles	Valoració del bon ús dels materials i de les mesures de precaució al laboratori Presa de consciència del consum i la gestió sostenible dels materials, així com de la reducció de la contaminació de l'aire, la terra i les aigües i de la generació de residus

Orientacions didàctiques del bloc 3

L'estudi dels materials i de les substàncies cal plantejar-lo des de múltiples perspectives. D'una banda, la classificació i la indagació de les propietats dels materials han de permetre tenir criteris per decidir quins són els més adients per a cada necessitat. L'estudi de mostres de diferents tipus de materials que ens envolten —metalls, ceràmica, vidre, plàstics, fibres— ajudarà a formar-se una idea de les múltiples propietats dels materials, alhora que es diferencia entre materials naturals, sintètics i artificials. Els materials poden estar formats per mescles de substàncies. Aprendre a separar les substàncies que formen part d'una mescla serà una altra de les activitats experimentals clau per dur a terme en aquest bloc: filtració, decantació, cristallització, destil·lació i cromatografia sobre paper.

D'altra banda, la identificació i la caracterització de les substàncies a través de les seves propietats característiques (densitat, temperatura de fusió, temperatura d'ebullició, solubilitat, etc.) seran altres objectius fonamentals d'aquest bloc. Arribats a aquest punt, convé tenir clar que el concepte quotidià de substància no coincideix amb el concepte químic. En la vida quotidiana es parla de l'aire, de l'aigua de mar i de la llet com a substàncies, però des del punt de vista químic no es considera que siguin substàncies sinó mescles. Es pot utilitzar, en un primer moment, el terme *substàncies químiques* per diferenciar-les de les substàncies en sentit quotidià. A vegades s'utilitza també el terme *substància pura*, però aquest és un concepte ideal, ja que no disposem habitualment de cap substància amb un grau de puresa del 100%. Les substàncies convé classificar-les en naturals, sintètiques i artificials. És important diferenciar clarament entre sintètiques i artificials perquè, moltes vegades, l'alumnat tendeix a considerar que són el mateix, quan no totes les substàncies sintètiques són artificials, sinó que moltes són substàncies obtingudes al laboratori però que són idèntiques a les que es troben a la natura (per ex., l'àcid salicílic).

Les propietats de les substàncies i dels materials depenen de la seva estructura interna. Aquest fet ens portarà a elaborar un model corpuscular de la matèria, en primer lloc, i atòmicomolecular, en segon lloc. Aquest model ens ha de permetre explicar les propietats físiques de les substàncies en estat gasós, líquid o sòlid, i

44 | Programa de ciències físiques i de la natura



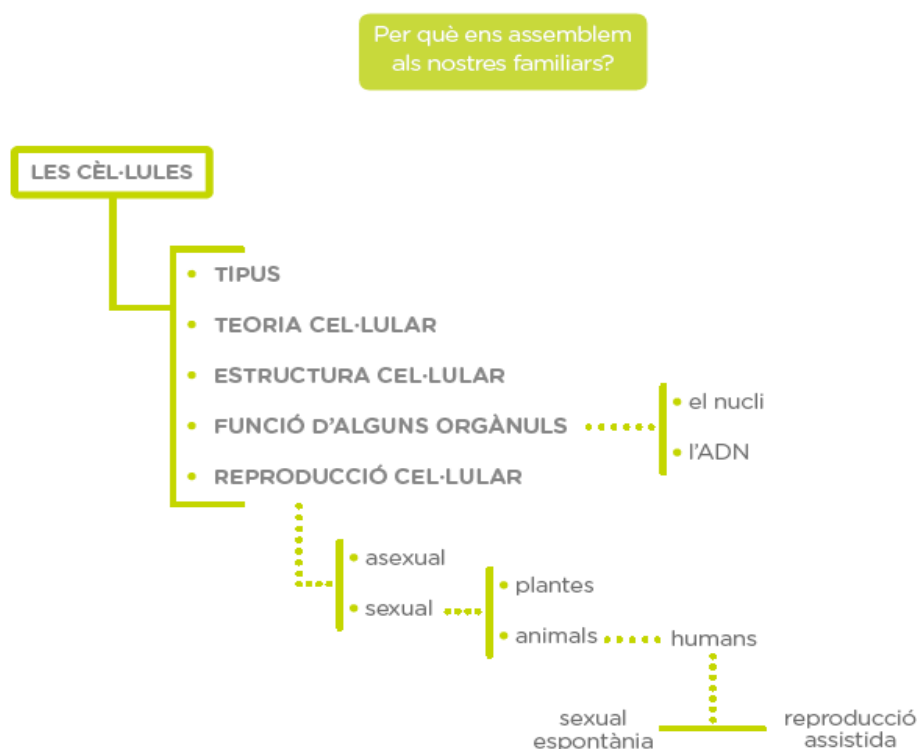
també a diferenciar entre les seves propietats químiques, distingint en primer lloc les substàncies elementals, que no es poden descompondre per estar formades per un sol tipus d'àtom, dels compostos químics, que es poden descompondre en altres de més simples perquè estan formats per molècules o estructures gegants d'àtoms diferents. Els processos de descomposició o de formació o obtenció de compostos s'han de caracteritzar com a reaccions químiques. Les reaccions químiques permeten obtenir substàncies d'interès i tenen un paper molt important en la indústria química. És important comprendre el llenguatge químic bàsic (orgànic i inorgànic) i ser capaç de fer càlculs estequiomètrics senzills. És aquí on el mol té un paper fonamental per poder comprendre i aplicar aquests càlculs estequiomètrics. Els problemes derivats de l'obtenció de les matèries primeres i la contaminació que pot provocar l'obtenció industrial de substàncies químiques han de ser plantejats i discutits a classe, així com les solucions que la química verda intenta aportar per solucionar-los o minimitzar-los.

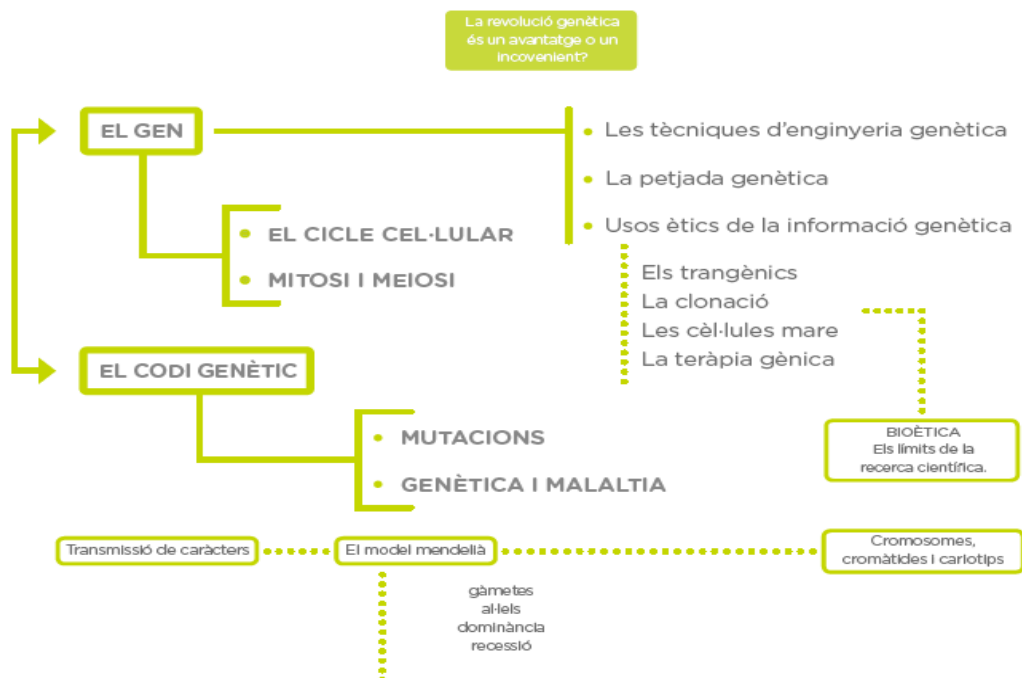


Bloc 4. La revolució genètica

Aquest bloc aborda els avenços i descobriments de la genètica, els seus riscos potencials i les seves aplicacions actuals i futures. Per arribar aquí, al primer cicle i part del segon s'abordarà la cèl·lula com a unitat bàsica de vida, la seva estructura i funció i els fenòmens reproductius, mentre que a segon cicle s'abordarà l'herència genètica i les aplicacions actuals i futures de l'enginyeria genètica. Qüestions com "Per què ens assemblem als nostres pares, però no som iguals?" o "Estem determinats des que naixem per la nostra herència genètica?" guiaran el treball de l'alumnat en aquest bloc i el desenvolupament de les competències.

Primer cicle



Segon cicle

Bloc 4. La revolució genètica

1r CICLE	2n CICLE
Per què ens assemblem als nostres pares però no som iguals? Com es pot ajudar les parelles que no poden tenir fills? Homes i dones són molt diferents? Per què hi ha besons que no ho semblen? Per què desapareixen les abelles? Per què la desaparició d'alguns insectes està posant en perill la reproducció sexual de les plantes? Els organismes més grossos tenen cèl·lules més grosses o tenen més cèl·lules?	Què són els gens? Fins a quin punt estem determinats des que naixem? Podrem predir les probabilitats de desenvolupar una malaltia genètica? De què ens servirà? Podrem influir-hi? Com podem usar la genètica per prevenir malalties? Les vacunes gèniques guariran malalties? Quines conseqüències pot tenir triar el sexe dels nostres fills? Com és possible que el cos es guareixi les ferides? Es pot reprogramar una cèl·lula? Per què es necessita la medul·la d'un familiar per tractar la leucèmia? Com pot usar-se la informació genètica? Què són les cèl·lules mare i com podem usar-les per tractar malalties? Per què es dona el cordó umbilical? De quina manera els gens afecten el nostre aspecte físic, el nostre cos i la nostra salut?
FETS I CONCEPTES	
La cèl·lula La cèl·lula. Tipus de cèl·lules (procariota/eucariota, animal/vegetal) Teoria cel·lular. Estructura de la cèl·lula Funció d'algunes parts: nucli, membrana plasmàtica i citoplasma	Cicle i reproducció cel·lular Funció d'alguns orgànuls (animals i vegetals): mitocondries, lisosomes, vacúols, cloroplasts, reticle endoplasmàtic i aparell de Golgi, entre altres El cicle cel·lular Reproducció cel·lular: mitosi i meiosi
La reproducció cel·lular Reproducció asexual en plantes i animals. Les cèl·lules totipotents La reproducció sexual de les plantes (pol·linització, fecundació, formació de llavors i fruits) La reproducció sexual en els animals. Tipus de reproducció sexual en animals La reproducció sexual humana. La reproducció assistida i la seva regulació L'ADN: universal, conté la informació per crear i administrar un ésser viu Diferències cromosòmiques, anatòmiques i fisiològiques entre l'home i la dona Poliembrionia en animals. Reproducció múltiple humana: els bessons idèntics i els bessons no idèntics	El codi genètic El gen i el concepte de genètica La transmissió dels caràcters i el model mendelià Cromosomes, cromàtides i cariotips Mutacions Genètica i malaltia: lligades al nombre de cromosomes, lligades als cromosomes sexuals i lligades a mutacions Enginyeria genètica Transgènics Les tècniques de l'enginyeria genètica Petjada genètica. Detectius de l'ADN. Usos ètics de la informació genètica La teràpia gènica La clonació i les seves aplicacions. Les cèl·lules mare del cordó umbilical La bioètica. Els límits de la recerca científica
PROCEDIMENTS	
C1	
Elaboració d'un model descriptiu de la cèl·lula Interpretació dels fenòmens d'envelliment cel·lular a partir de models interpretatius Ús dels propis models per explicar el fenomen de la reproducció asexual o sexual	Elaboració d'un model interpretatiu de la meiosi que permeti explicar per què ens assemblem a ambdós progenitors Elaboració d'un model interpretatiu del cicle cel·lular per explicar per què el cos es guareix espontàniament les ferides Explicació de la diferència entre cromosoma i cromàtide a partir d'un model

C2	
Indagació no experimental sobre la reproducció sexual assistida en humans Anàlisi de la fiabilitat de les dades en funció de la credibilitat de les fonts d'informació Recerca de semblances i diferències entre els bessons i la poliembriònia animal	Recerca d'informació sobre la relació entre les mutacions i les malalties Classificació de les tipologies de base genètica en funció del mecanisme que les causa: nombre de cromosomes, mutacions, malalties lligades als cromosomes sexuals Indagació no experimental sobre les mutacions de l'ADN i la seva vinculació amb el càncer Recerca d'informació en diverses fonts sobre les utilitats de la teràpia gènica Recerca d'arguments científics utilitzats per l'enginyeria genètica per justificar la necessitat dels transgènics Recerca d'arguments científics utilitzats pels detractors de l'ús dels transgènics Elaboració d'hipòtesis sobre per què l'ús dels transgènics és controvertit
C3	
Argumentació científica sobre les diferències genètiques entre homes i dones Opinió respecte a la regulació de la reproducció assistida usant arguments científics recercats en indagació no experimental	Recerca d'arguments científics per proposar accions individuals i col·lectives que puguin disminuir la incidència de mutacions Defensa de les pròpies opinions sobre els límits ètics que s'han de marcar en la clonació i en l'ús de la informació genètica personal Participació en debats sobre la polèmica de l'ús de cèl·lules mare per guarir lesionats medul·lars, usant les intervencions d'altres companys com a argument o contraargument
ACTITUDS I VALORS	
Presa de consciència de la cèl·lula com a unitat bàsica i funcional de la vida Valoració de la funció dels diferents tipus de reproducció en relació amb la continuïtat dels éssers vius	Plantejament de l'impacte positiu i negatiu que pot tenir la modificació del codi genètic (actual i futur) en diferents camps (alimentació, salut...) Qüestionament ètic de les aplicacions (actuals i futures) del coneixement i la modificació del codi genètic i la seva repercussió en diferents àmbits (salut, medi ambient...) Respecte pels diferents punts de vista ètics sobre els avenços de la genètica i la reproducció (FIV, PGD...)

Orientacions didàctiques del bloc 4

Comprendre que la cèl·lula és la unitat estructural i funcional dels éssers vius, malgrat que pugui resultar senzill, no és tan fàcil. Cal ajudar a la construcció d'aquest coneixement amb preguntes com "Per a què serveixen els aliments que mengem a les nostres cèl·lules?" o "Per a què serveix l'oxigen que respirem a les nostres cèl·lules?", que forcen a pensar en les funcions que tenen.

És important fer observacions de cèl·lules al microscopi per evitar la imatge irreal de la cèl·lula dels llibres de text. Tanmateix, cal orientar aquestes observacions. Preguntes com "Els éssers més grossos ho són perquè tenen més cèl·lules o perquè tenen cèl·lules més grosses?" donaran molt més significat a l'observació microscòpica i a la mesura de diferents cèl·lules.

Per construir la idea que els cromosomes són els portadors de la informació genètica pot ser útil l'anàlisi d'algunes experiències històriques, com ara els encreuaments de *Nicotiana paniculata* i *N. rustica*. Es van encreuar mascles de *N. paniculata* amb femelles de *N. rustica* i també a la inversa. Els resultats van ser iguals.

La contribució a l'herència en les plantes fil·les és materna i paterna en la mateixa mesura. Tanmateix, la contribució "material" no és igual en òvuls que en espermatozoides (molt més petits). La millor explicació és que els cromosomes són els millors candidats per ser els components materials de l'herència.

Cal evitar l'estudi memorístic de la mitosi. En aquest sentit és útil proporcionar esquemes de les diferents fases del procés i demanar a l'alumnat que els ordenin en una seqüència lògica i, posteriorment, demanar que vagin descrivint els canvis que s'observen des d'un esquema al següent. Es descriurà així el procés complet.

L'herència mendeliana és una referència excel·lent per treballar a classe com funciona la ciència. Mendel va construir un model teòric (ho va fer molt abans que es conegués el que eren els gens o l'ADN) per explicar una sèrie de regularitats que observava. Aquest model ens permet predir com serà la descendència d'un parell d'individus de característiques genètiques conegudes. Cal emfatitzar les claus de l'èxit dels experiments de Mendel: l'adequació dels organismes utilitzats i la simplificació de l'estudi (estudiar la transmissió de només un o dos caràcters a la vegada).

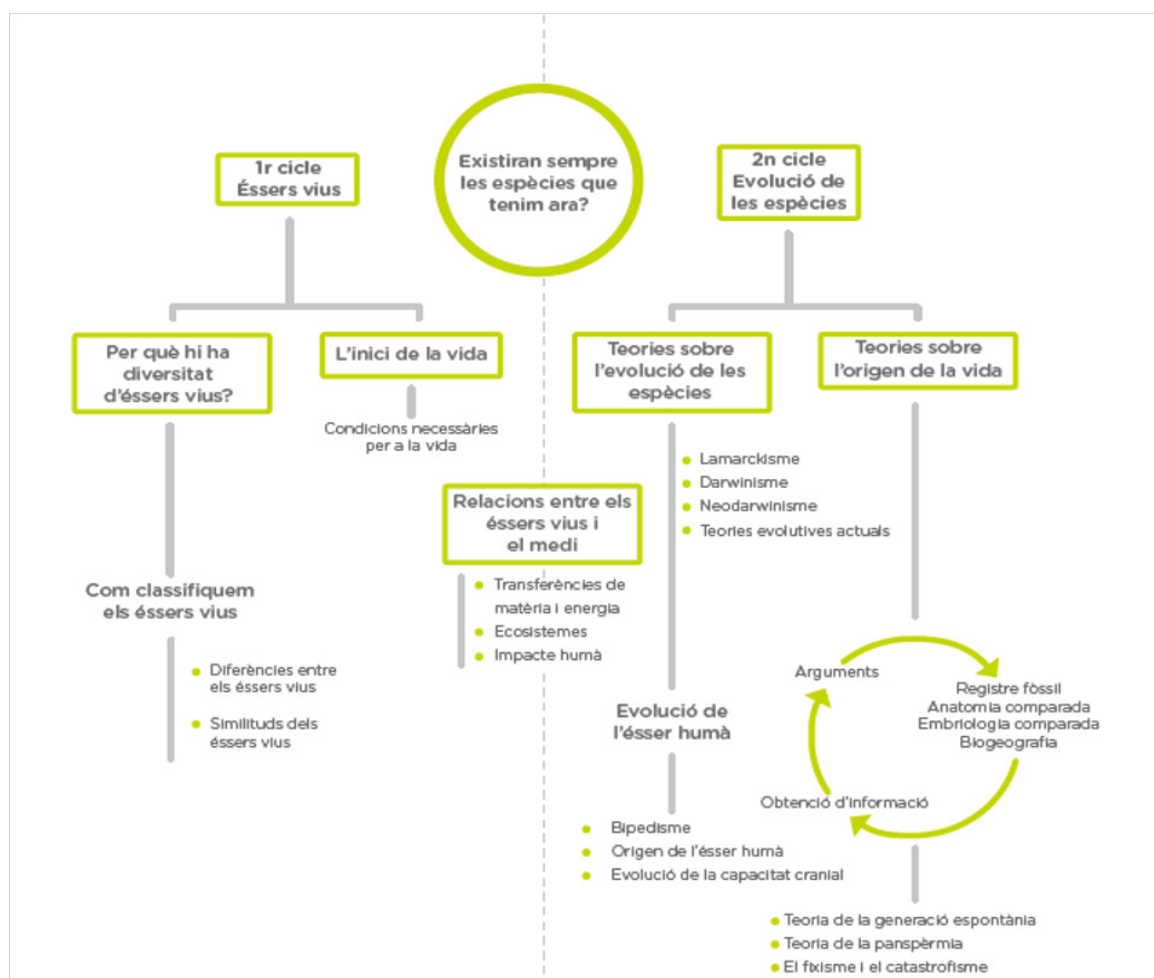
Quan es treballa a l'aula la genètica mendeliana cal tenir molt present la tendència de l'alumnat a atribuir el fenotip només al genotip obviat la influència del medi. Un altre punt complicat és diferenciar entre el determinisme i el probabilisme.

El gran desenvolupament actual de la genètica (clonació, transgènesi, teràpia gènica...) fa que sigui ineludible tractar aspectes bioètics a la classe de ciències. A més de ser força útils per capacitar l'alumnat en la utilització del coneixement científic per prendre decisions críticament, treballar amb dilemes a la classe de ciències augmenta l'interès de l'alumnat i proporciona ocasions per reflexionar i expressar les pròpies idees, així com per adonar-se de la funcionalitat del coneixement científic.



Bloc 5. L'origen de la vida i la diversitat dels éssers vius

En aquest bloc es tracten totes les qüestions referides a la vida sobre el planeta Terra. Preguntes com ara “Com s’ha originat la vida?”, “Per què l’afectació d’una espècie pot influir en d’altres aparentment no relacionades?” o “D’on sorgeix la diversitat de les espècies?” serveixen com a fil conductor a l’hora de treballar els fets i els conceptes, els procediments i les actituds de l’alumnat en relació amb aquestes qüestions. D’acord amb la progressió dels recursos, a primer cycle es tracten els éssers vius, les seves funcions i la seva classificació, mentre que a segon cycle s’aprofundeix en les interaccions entre éssers vius i entre ells i el medi, així com en la diversitat d’espècies i la seva evolució.



Bloc 5. L'origen de la vida i la diversitat dels éssers vius

1r CICLE	2n CICLE
Com pot haver aparegut la vida a la Terra? Com s'ha originat la diversitat d'espècies? Només hi ha una taxonomia possible? Com s'han format els fòssils? Com sabriem si un cos trobat en un altre lloc de l'Univers està dotat de vida o no? Què necessiten els éssers vius per mantenir-se vius? Tots els éssers vius tenen la mateixa complexitat? Com es va passar dels primers éssers vius a la diversitat actual? La durada de la vida és la mateixa per a tots els éssers vius? Com es poden distingir els animals d'un mateix grup? Per què són tan importants els bacteris o els fongs per als humans? Els virus poden curar malalties? Hi haurà noves espècies en el futur? Les plantes es relacionen?	Per què la desaparició, la disminució o l'augment de la població d'una espècie pot afectar altres espècies aparentment no relacionades? Va haver-hi un origen de la vida o més en el nostre planeta? I en d'altres? L'<i>Homo sapiens</i> sempre ha estat l'única espècie del gènere <i>Homo</i>? En què es basen les teories sobre l'inici de la vida? Hi haurà noves espècies en el futur? Quins arguments fan servir les teories sobre l'origen de la diversitat de les espècies? D'on traïem la informació per inferir l'origen de les espècies? De quins mètodes d'informació disposen els paleontòlegs? Podem preveure l'evolució de l'espècie humana? Com serem en el futur? Quins efectes pot tenir un canvi climàtic sobre els éssers vius? I sobre els humans?
FETS I CONCEPTES	
Factors que fan possible la vida en un planeta Els elements bioquímics. El carboni: propietats Característiques i funcions comunes dels éssers vius (nutrició, reproducció, relació) La cèl·lula com a unitat d'estructura i funció	La dinàmica dels ecosistemes Anàlisi de les interaccions existents a l'ecosistema: relacions tròfiques, cicle de la matèria i flux d'energia, cicles biogeoquímics Característiques ecològiques del Principat d'Andorra
La diversitat dels éssers vius Els cinc regnes. Introducció a la taxonomia. Criteris de classificació Els noms dels éssers vius. Concepte d'espècie Els fòssils Els virus Els bacteris i organismes unicel·lulars eucariotes Els fongs. Uns organismes molt especials: els líquens	Teories sobre l'inici de la vida Teoria de la generació espontània Teoria de la panspèrmia Les bases de la vida La recerca dels primers éssers vius Desenvolupament dels primers organismes El fixisme i el catastrofisme
El regne vegetal Les necessitats de les plantes. Parts de les plantes i la seva funció El transport de substàncies en les plantes Fotosíntesi	Obtenció d'informació sobre els orígens de la vida El registre fòssil: informació que proporciona i problemes que comporta L'anatomia comparada: òrgans homòlegs, anàlegs i vestigials L'embriologia comparada La comparació de l'ADN La biogeografia
El regne animal: els invertebrats i els vertebrats Els animals invertebrats Principals embrancaments dels invertebrats Els animals vertebrats Principals embrancaments dels vertebrats	
L'alimentació i la digestió en els animals El transport entre les cèl·lules La respiració: tipus L'eliminació de residus de les cèl·lules	Teories sobre l'evolució de les espècies El lamarckisme: la teoria de l'herència dels caràcters adquirits Les observacions de Darwin en el seu viatge en el Beagle El darwinisme: teoria de l'evolució, bases de la teoria i crítiques a la

La reproducció La reproducció asexual de les plantes i dels animals La reproducció sexual de les plantes: pol·linització, fecundació, formació de llavors i fruits La reproducció sexual dels animals. La reproducció dels mamífers	teoria El neodarwinisme: mecanismes, bases de la teoria sintètica Especiació i teories evolutives actuals L'extinció i el paper de l'espècie humana
Funció de relació Els òrgans dels sentits Els sistemes de coordinació: el sistema nerviós i el sistema endocrí Les respostes de les plantes El medi ambient	Origen i evolució de l'espècie humana Gènere i filiació de l'espècie humana El bipedisme: canvis anatòmics associats L'augment de la capacitat cranial al llarg de l'evolució i la seva relació amb l'evolució cultural en el gènere Homo Comparativa de l'anatomia cranial entre les diferents espècies del gènere Homo L'origen de l'ésser humà actual Estudis comparatius de seqüències d'ADN com a eines d'estudi
Ecosistemes Cadena alimentària (productors, consumidors i descomponedors) Factors biòtics i abiòtics. Cadenes tròfiques	
PROCEDIMENTS	
C1	
Elaboració d'un model senzill a partir de les idees prèvies de la formació de la vida a la Terra Explicació de la formació de fòssils a partir de la interpretació d'un model Revisió del propi model sobre la formació de la vida a partir d'indagacions Predicció de la reproducció d'una planta a partir d'un model científic	Elaboració d'un model senzill per explicar les interaccions als ecosistemes Elaboració d'un model senzill per explicar els canvis anatòmics associats al bipedisme Explicació d'una teoria sobre l'inici de la vida mitjançant un model Interpretació d'un fenomen d'anatomia comparada a partir d'un model Generació de prediccions sobre el futur de l'ésser humà a partir de models de les teories evolutives actuals
C2	
Plantejament de preguntes sobre la classificació de les espècies Extracció dels trets comuns i els trets diferencials d'algunes espècies Observació de les propietats i dels canvis d'una planta Disseny d'una indagació no experimental sobre les funcions de relació Proposta de fonts d'informació sobre l'origen de la vida Anàlisi de la fiabilitat de diverses fonts Elaboració d'esquemes sobre la indagació no experimental Comparació dels resultats de la indagació no experimental amb els resultats d'altres companys Comparació entre la hipòtesi pròpia i els resultats de la indagació no experimental Elaboració d'un informe senzill que contingui un model propi i el resultat d'una indagació no experimental Exposició de la pròpia indagació	Plantejament d'hipòtesis sobre l'impacte d'un o diversos canvis d'un factor biòtic o abiòtic sobre un ecosistema Plantejament d'hipòtesis sobre les teories de l'inici de la vida i sobre les teories de l'evolució de les espècies Justificació del motiu pel qual la pròpia hipòtesi és validable Cerca d'informació sobre una teoria o sobre un mètode d'obtenció de dades sobre l'origen de la vida Proposta de fonts d'informació Exposició de la fiabilitat de les fonts Anàlisi crítica de la informació recollida Comparació entre la hipòtesi i les dades obtingudes per indagació Defensa dels resultats de la pròpia indagació en debats

C3	
Anàlisi de notícies o documentals sobre l'origen de la vida Predicció de les possibles conseqüències de les accions humanes per a la vida a la Terra Descripció científica del transport de substàncies en les plantes Ús d'arguments de diferents fonts per defensar les pròpies prediccions Participació en debats utilitzant arguments	Anàlisi crítica de notícies sobre l'origen de la vida Anàlisi d'un mètode d'obtenció d'informació sobre la vida: avantatges i desavantatges Participació en debats sobre els motius de la disparitat d'arguments en les diferents teories Elaboració d'un informe argumentat senzill d'estructura enquadrada respecte de la disparitat de teories sobre l'origen de la vida Defensa de les pròpies hipòtesis sobre l'evolució futura de les espècies, usant arguments extrets de diverses fonts
ACTITUDS I VALORS	
Consciència de les condicions necessàries per a la vida al planeta Terra Esperit crític envers les accions humanes que posen en perill les espècies Consciència de la relació dels diferents éssers vius amb el medi i en el medi	Plantejament crític, en el marc de la teoria evolucionista, de les posicions històriques en les quals l'ésser humà se situa com a culminació del procés evolutiu Curiositat per entendre els esdeveniments que han dut a l'aparició de l'ésser humà, així com dels seus predecessors, en el marc de la teoria evolucionista Consciència del paper de l'ésser humà en la pèrdua de biodiversitat Cura i respecte pel manteniment del medi físic i els éssers vius

Orientacions didàctiques del bloc 5

Tot i que és al segon cicle on s'explicitarà el model evolutiu, cal vetllar per presentar la diversitat dels éssers vius com una conseqüència de l'adaptació i, per tant, fer palesa des del primer moment la idea de l'evolució ("En biologia res no té sentit si no és tenint en compte l'evolució", Teodosius Dobzhansky).

De la mateixa manera, quan es presenta la classificació dels éssers vius és important incidir en el fet que hi ha moltes maneres possibles de "classificar" els components de qualsevol conjunt (per exemple, el dels éssers vius), però els científics tracten de classificar els organismes en funció de les seves relacions de parentiu. Pot ser interessant elaborar amb l'alumnat cladogrames senzills que ajudin a relacionar la classificació dels organismes amb les seves relacions evolutives.

També és una bona ocasió per treballar alguns aspectes sobre la naturalesa de la ciència. Així, l'existència de fòssils diferents en diferents moments de la història de la Terra, la semblança més gran que tenen amb les formes de vida actual o l'existència d'òrgans vestigials es poden presentar com a evidències de l'evolució. De la mateixa manera, l'existència de diversitat intraespecífica o el naixement de molts més organismes dels que arriben a l'edat adulta en pràcticament totes les espècies també poden ser tractats com a evidències del model evolutiu per selecció natural.

És important tenir en compte alguns dels principals obstacles que troba l'alumnat en la construcció de les idees evolutives: confondre els canvis individuals amb els canvis de les poblacions, el caràcter induït de les mutacions amb la seva aparició per atzar, l'atribució d'un finalisme al procés evolutiu o l'herència dels caràcters adquirits.

L'alumnat ha de poder explicar que les condicions ambientals d'un ecosistema actuen sobre els éssers vius determinant-ne la distribució, i relacionar així l'ecologia amb l'evolució.

També és bàsica la visió de la fotosíntesi com a entrada de l'energia a l'ecosistema i la respiració com a dissipació de la mateixa energia. Tant la fotosíntesi com la respiració són conceptes molt difícils de construir per l'alumnat. Una bona estratègia per a l'ensenyament-aprenentatge és l'anàlisi d'experiments sobre aquests processos. Poden ser experiments en viu o també experiments històrics.

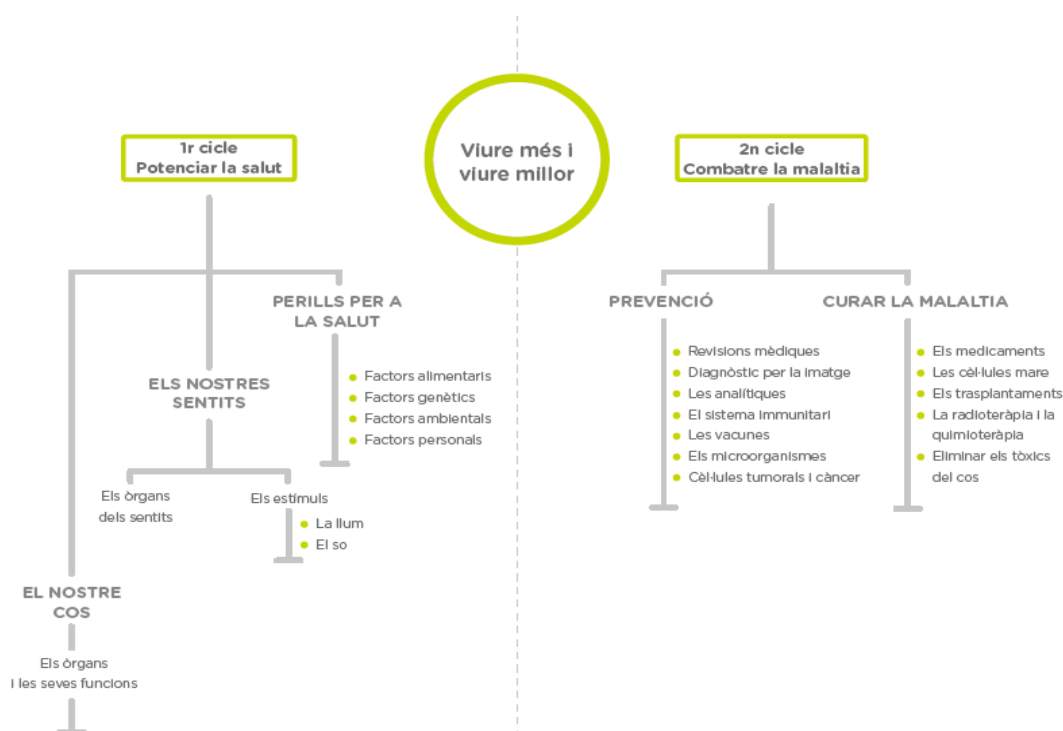


Hi ha un problema important: les interaccions ecològiques són complexes i hi intervenen diversos elements. A més, comprendre-les implica utilitzar diferents nivells d'organització (població, comunitat, ecosistema). Davant d'això, l'alumnat utilitza un pensament basat en la causalitat lineal i adopta una perspectiva única. La comprensió de la dinàmica de l'ecosistema és un procés que requereix considerar enfocaments sincrònics (característiques d'un ecosistema en un moment donat) i un enfocament diacrònic (reconeixement que qualsevol ecosistema està en canvi continu). Els alumnes reconeixen espontàniament els canvis bruscos, però tenen més dificultats per entendre els canvis progressius o continus com els que es produeixen en un equilibri dinàmic.

Finalment, cal lluitar contra la "invisibilitat" d'algunes parts del cicle de la matèria en els ecosistemes, com és el cas de la descomposició, proposant activitats pràctiques amb fongs i bacteris que les facin paleses.

Bloc 6. Viure més i millor

Aquest bloc, dintre del marc del funcionament del cos humà, té la salut com a eix vertebrador. Qüestions com “Per què ens mantenim vius?” o “Són necessàries les vacunes?” ajuden a tractar a primer cycle les preguntes relacionades amb l’adquisició d’hàbits saludables i la prevenció dels perills per a la salut. A segon cycle, s’aborda com es pot combatre la malaltia, des de la prevenció fins a la cura. A mesura que s’explica el funcionament del cos humà, és important tractar els conceptes de la física que hi tenen relació. Per exemple, quan es tracta el sentit de la vista és important treballar les propietats de la llum, la seva forma de propagació, etc. D’aquesta manera, treballem els conceptes dintre d’un context global i no de forma aïllada.



Bloc 6. Viure més i millor

1r CICLE	2n CICLE
Per què ens mantenim vius? Quines són les funcions imprescindibles per mantenir-se viu? Com funciona el cos humà per dins? Per què hi veiem? Es pot curar la ceguesa? Com s'ho fa l'ull humà per processar la informació visual? Com decidim quines ulleres necessitem? Per què hi sentim? Com podem aconseguir que una persona sorda torni a sentir-hi? Quin és l'únic òrgan comú a tots els sentits? Ens alimentem correctament? Quins factors de l'ambient poden posar en perill la salut? Quin paper té la genètica en la salut? Cuidar la salut és una cosa només dels adults?	Cal prevenir les malalties? Quines estratègies són apropiades per prevenir les malalties? Quina informació dona una revisió mèdica? Quina informació dona una anàlisi de sang? Per què diem que hi ha un colesterol "bo" i un colesterol "dolent"? Com podem visualitzar el cos per dins? Són necessàries les vacunes? Què són els medicaments? Prenem massa medicaments? Quin rol tenen les cèl·lules mare en el guariment de les malalties? Per què no tots els trasplantaments tenen èxit? Com s'ho fa el cos per diferenciar un patògen del queno ho és? Què és el càncer? Per què s'origina i com es pot combatre? Tenim responsabilitat sobre la pròpia salut o som responsables també de la salut de la població?
FETS I CONCEPTES	
Les funcions i els òrgans del cos humà Aparell digestiu (tub digestiu, glàndules annexes) Aparell excretor (ronyons, urèters, bufeta urinària, uretra) Aparell respiratori (pulmons, vies respiratòries) Aparell circulatori (cor, venes, artèries) Sistema nerviós (sistema nerviós central, sistema nerviós perifèric, teixit nerviós) Aparell reproductor femení (ovaris, trompes de Fal·lopi, úter, vagina, vulva) i masculí (testicles, conductes deferents, glàndules vesicals i pròstata, escrot, penis)	Les revisions mèdiques Utilitat i freqüència de les revisions mèdiques Anamnesi, exploració física, proves complementàries Les anàlitzes de sang Mesura de concentracions de substàncies químiques a l'organisme per inferir l'estat d'òrgans i de sistemes La glucosa i la diabetis mellitus. La urea, la bilirubina i els ronyons. La creatina i els músculs. El colesterol i els dipòsits de greix a les artèries. Colesterol "bo" (HDL): dels teixits al fetge. El colesterol "dolent" (LDL): del fetge a l'organisme. Els triglicèrids i el risc cardiovascular. El calci, el sodi i el potassi i la transmissió neuromuscular. El ferro i el transport d'oxigen a l'organisme
Els sentits L'ull i la vista. La llum. Propagació de la llum. Propietats: reflexió i refracció. Lents: distància focal, potència. Formació d'imatges. Defectes visuals i correcció amb ulleres i lents. Instruments òptics L'orella i l'oïda. El so. Producció del so. Qualitats del so: intensitat, to La boca i el gust El nas i l'olfacte La pell i el tacte El rol del cervell en els sentits	El sistema immunitari Els antígens i la seva capacitat adaptativa Immunitat adquirida. Immunitat innata. Immunodeficiència: la leucèmia i el VIH Les vacunes Introducció de microorganismes morts o debilitats Desenvolupament d'anticossos. La creació de la memòria cel·lular en el sistema immunitari
Perills per a la salut Factors alimentaris Factors genètics Factors ambientals Factors personals	Diagnòstic per la imatge Observació de l'interior del cos Mesura de densitats (raigs X, tomografia computada, TC) Mesura de camps magnètics (RMN, fRMN, MEG) Emissió d'ultrasons (ecografia)
Mesura de la salut de les poblacions Indicadors de la salut	La malaltia i les medicines Modificació del metabolisme de les cèl·lules Fàrmacs i presència de substàncies biològicament actives (principi actiu) Homeopatia i absència d'ingredients químicament actius Cèl·lules tumorals i càncer La radioteràpia i la quimioteràpia Els trasplantaments: el sistema immunològic i el rebuig
Els estils de vida saludables L'alimentació L'activitat física	

PROCEDIMENTS	
C1	
Elaboració d'un model senzill de funcionament d'un aparell Descripció de les característiques d'un òrgan encarregat d'un sentit Explicació de la digestió a partir d'un model existent Revisió i modificació d'un model funcional senzill propi a partir dels resultats d'una indagació	Elaboració d'explicacions i arguments a partir de models del sistema immunitari Elaboració del model estructural d'algun mètode de diagnòstic per la imatge Construcció de representacions coherents amb les observacions fetes Ús dels resultats obtinguts en observacions per a la contrastació d'hipòtesis Explicació del funcionament de la radiació sobre el cos humà Argumentació sobre l'eficiència i els riscos de les vacunes o dels medicaments a partir de models Predicció de l'aparició d'una malaltia a partir d'un model Ús dels models per establir relacions entre les substàncies químiques presents en el cos i l'òrgan sobre el qual la concentració d'una substància ens dona informació Aplicació del model del sistema immunològic per explicar la leucèmia, el VIH o el fenomen del rebuig en alguns trasplantaments Predicció de relacions de canvi d'estat de l'organisme a partir d'un model Predicció de continuïtat d'un organisme a partir d'un model
C2	
Plantejament d'hipòtesis sobre la correcció dels defectes visuals amb lents Observació de la reflexió i de la refracció en diferents contextos Representació gràfica d'ones sonores Cerca d'informació sobre els factors que posen en perill la salut Anàlisi crítica de la informació recercada Proposta de fonts d'informació sobre els factors que posen en perill la pròpia salut Disseny d'un experiment per posar a prova els propis sentits Identificació de variables dependents i independents d'un disseny experimental propi Utilització de mètodes d'estudi indirectes per estudiar ones sonores Avaluació de les evidències experimentals Elaboració de les conclusions d'experimentacions pròpies Elaboració d'explicacions a partir d'una recerca bibliogràfica	Plantejament d'hipòtesis validables sobre les causes, el procés i les conseqüències de la immunodeficiència Formulació de noves preguntes a partir dels resultats obtinguts experimentalment Identificació de la concentració d'una substància en la sang Identificació de problemes generats per l'excés o pel defecte de la concentració d'una substància Cerca bibliogràfica sobre les diferències entre colesterol HDL i LDL Anàlisi crítica d'informació recercada sobre la indústria farmacèutica i l'homeopatia Disseny experimental per comparar productes farmacològics i homeopàtics Ús d'aparells de mesura Recollida de dades Interpretació del significat de les dades obtingudes experimentalment Elaboració de conclusions de l'experimentació Validació de les pròpies conclusions a partir de bibliografia
C3	
Anàlisi d'articles en xarxa sobre factors que representen un perill per a la salut Anàlisi crítica d'etiquetes de productes alimentaris de consum habitual Elaboració d'informes senzills sobre estils de vida saludables Elaboració de propostes d'hàbits alimentaris per a adolescents Identificació de les fonts d'on provenen els arguments Elaboració de textos argumentatius sobre la salut Participació en debats orals sobre l'alimentació industrial Ús d'arguments propis o extrets de bibliografia científica en	Anàlisi de textos divulgatius i notícies de premsa sobre la polèmica de les vacunes Avaluació dels riscos de vacunar-se i de no vacunar-se Anàlisi dels riscos del diagnòstic per la imatge, dels trasplantaments, de la radioteràpia, etc. Participació en debats sobre la moralitat de l'ús de cèl·lules mare Validació de les pròpies conclusions a partir de la confrontació d'opinions amb els altres alumnes Elaboració de propostes per prevenir la malaltia

debats i en textos argumentatius	Enumeració de factors que afecten la pròpia salut física i mental Ús dels propis models per defensar les pròpies opinions en qüestions de salut Ús d'arguments propis en debats i en l'elaboració de textos argumentatius Ús d'arguments extrets de la indagació en debats i en textos argumentatius Proposta de solucions basades en arguments científics
ACTITUDS I VALORS	
Presa de consciència de la complexitat del funcionament del cos Predisposició a escollir opcions de vida saludables Autoexigència per aplicar el mètode científic Pensament crític envers les qüestions de la salutQüestionament de la fiabilitat de les fonts	Presa de consciència de la complexitat del funcionament del cos Predisposició a escollir opcions de vida saludables Autoexigència per aplicar el mètode científic Pensament crític envers les qüestions de la salutQüestionament de la fiabilitat de les fonts

Orientacions didàctiques del bloc 6

Encara que sembli un contrasentit, l'estudi de la malaltia pot ser un bon context per treballar la salut. La idea que cal construir amb l'alumnat és la importància de conèixer bé el propi cos per ser capaç de desenvolupar una actitud respectuosa i responsable de la pròpia vida i la necessitat d'optar per hàbits saludables i també solidaris amb la vida i la salut dels altres. Es tracta de desenvolupar la idea de la salut com a valor positiu, posant la mirada en el desenvolupament de la capacitat i la responsabilitat de mantenir-la i no considerar-la només com a absència de malaltia.

En conseqüència, caldrà treballar qüestions com, per exemple, la pròpia alimentació, el consum de drogues, el dopatge en l'esport, la donació de sang i la donació d'òrgans. També serà interessant la comprensió dels condicionants que comporten determinades malalties tant per als qui les pateixen com per als seus familiars.

És important relacionar les funcions de l'organisme amb la teoria cel·lular, que ja s'ha treballat en un altre bloc, així com amb els nivells d'organització de la matèria viva en el rang que va des de l'organisme fins a les molècules, passant pels nivells d'aparells i sistemes, òrgans, teixits, cèl·lules i òrgànuls cel·lulars.

Una altra idea que s'ha de desenvolupar és l'homeòstasi, entesa com el conjunt d'interaccions que es produeixen en el cos humà orientades al manteniment de les condicions que fan possible la vida de les cèl·lules que el constitueixen; en altres paraules, la percepció del funcionament del conjunt de l'organisme orientat al manteniment de la vida de cadascuna de les seves cèl·lules i un treball de les cèl·lules, i dels òrgans i aparells orientat al manteniment de la vida de l'organisme. I tot això influït, en pro o en contra, per la intervenció de les decisions conscients i voluntàries que cada individu pren en relació amb el seu propi cos. La mort es pot presentar com el procés de fracàs de l'homeòstasi.



BOPA

Butlletí Oficial del
Principat d'Andorra

Núm. 115

28 de setembre del 2022

61/74



60 | Programa de ciències físiques i de la natura



BOPA

Butlletí Oficial del
Principat d'Andorra

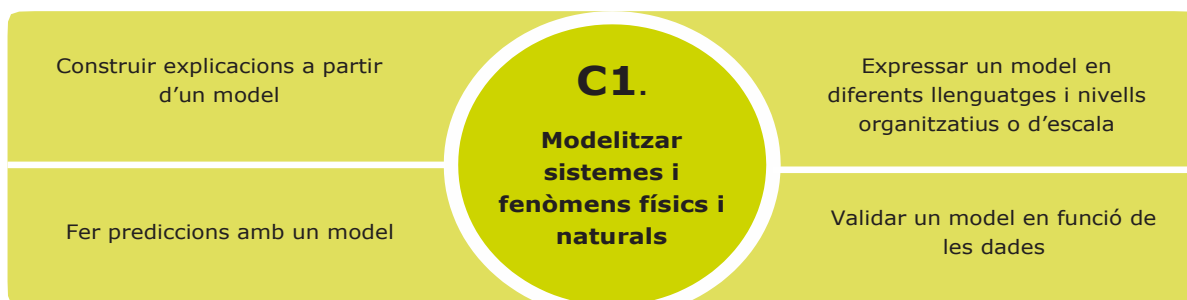
Núm. 115

28 de setembre del 2022

62/74

Quadres de síntesi

Quadre de síntesi de la C1



Criteris d'avaluació

CA1. Rigor

CA2. Precisió

Expectatives de 1r cicle

CA1. Rigor

L'alumne prediu amb el rigor exigible d'acord amb els seus coneixements com es veurà afectat el comportament d'un sistema o un fenomen físic o natural en variar les condicions i valida amb rigor les prediccions fetes a partir de models senzills, contrastant-les amb les dades i evidències disponibles.

L'alumne utilitza amb rigor les formes de representació multimodals necessàries a cada situació (esquemes, diagrames, representacions icòniques, gràfics, relacions, representacions simbòliques, models materials, maquetes, simulacions digitals, i relacions i equacions matemàtiques adequades als coneixements matemàtics del primer cicle) per representar un sistema o fenomen. A més, utilitza el lèxic pertinent per designar els conceptes i les magnituds que s'utilitzen per descriure i interpretar els sistemes i els fenòmens físics i naturals en els nivells macroscòpic, microscòpic i corpuscular.

CA2. Precisió

Al final de primer cicle de segona ensenyança, l'alumne descriu i explica els sistemes i fenòmens físics i naturals, identifica amb precisió els diferents nivells d'organització o estructura estudiats en el primer cicle.

L'alumne modelitza sistemes i fenòmens físics i naturals en el nivell macroscòpic, microscòpic i, en alguns casos, corpuscular. Per fer-ho, descriu les característiques principals d'un sistema o fenomen, explicant amb precisió els elements principals del sistema, les seves propietats, la seva estructura i els canvis que ocorren a nivell macroscòpic.

A partir de la descripció del fenomen o sistema, l'alumne n'identifica les interaccions i n'estableix les relacions entre els seus elements explicant amb precisió els canvis que tenen lloc en el sistema a partir de mecanismes de causa-efecte, és a dir, explica perquè succeeix el fenomen. A l'explicar les propietats, les funcions i els canvis del sistema fa ús del model del sistema a escala macroscòpica, microscòpica i, en alguns casos, corpuscular.

Orientacions sobre la progressió de la competència en el primer cicle

En el primer cicle l'alumne elabora models sobre sistemes i fenòmens físics i naturals de caràcter descriptiu (per exemple, classificacions, diagrames) i interpretatiu a escala macroscòpica, microscòpica i, en alguns casos, corpuscular. En biologia es treballa a diferents nivells: població, organisme, òrgan, teixit i cèl·lula. Aquests models són senzills perquè la majoria d'ells no tenen en compte elements i propietats a escala submicroscòpica.

Les explicacions que es fan de les propietats, les funcions i els canvis dels sistemes estan basades en models senzills, ja sigui a nivell macroscòpic, microscòpic o corpuscular. Els patrons de comportament repetits a la natura o els successos que tenen lloc junts amb regularitat són aspectes clau que es poden usar per començar a trobar una explicació causal.

Les prediccions es limiten a predir canvis en les propietats o variables macroscòpiques en variar una altra variable o factor, en el marc del model elaborat a nivell macroscòpic, microscòpic o corpuscular.

Per a la representació dels models s'utilitzen sobretot formes de representació visuals (dibuixos, esquemes, gràfics i simulacions) i, en el cas de les representacions matemàtiques, es treballa amb fórmules i equacions senzilles.

El lèxic utilitzat es va incrementant i adaptant progressivament al lèxic científic a mesura que cal elaborar explicacions més precises. També s'ajusta a la complexitat dels models elaborats; per exemple, la nomenclatura de les substàncies químiques, de les espècies biològiques o de les entitats geològiques es redueix a les espècies o entitats més importants, sense pretendre una nomenclatura sistemàtica.

Expectatives de 2n cicle

CA1. Rigor

L'alumne prediu amb rigor com es veurà afectat el comportament d'un sistema o un fenomen físic o natural en variar les condicions, fent ús dels models microscòpics i submicroscòpics i valida amb rigor les prediccions fetes a partir dels models, contrastant-les amb les dades i evidències disponibles.

Finalment, per a la representació del model del sistema o fenomen físic o natural utilitza de forma rigorosa les formes de representació multimodals més necessàries a cada situació (esquemes, diagrames, representacions icòniques, gràfics, representacions simbòliques, models materials, maquetes, simulacions digitals, i relacions i equacions matemàtiques més complexes). A més, utilitza de manera rigorosa un lèxic científic i ampli per designar els conceptes i les magnituds que formen part dels models en els nivells macroscòpic, microscòpic i submicroscòpic (atomicomolecular i multimolecular).

CA2. Precisió

Al final de segon cicle de segona ensenyança, quan l'alumne descriu i explica els sistemes i fenòmens físics i naturals, identifica amb precisió els diferents nivells d'organització o estructura en funció de l'escala en què es troba (macroscòpica, microscòpica o submicroscòpica).

L'alumne modelitza sistemes o fenòmens físics i naturals a escala macroscòpica, microscòpica i submicroscòpica (atomicomolecular i subatòmica). Per fer-ho, descriu les característiques principals d'un sistema o fenomen, explicant amb precisió els elements principals del sistema, les seves propietats, la seva estructura i els canvis que ocorren a nivell macroscòpic, microscòpic o submicroscòpic).

A partir de la descripció del fenomen o sistema, l'alumne n'identifica les interaccions i n'estableix les relacions entre els seus elements explicant amb precisió els canvis que tenen lloc en el sistema a partir de mecanismes de causa-efecte més complexos. A l'explicar les propietats, les funcions i els canvis es fa ús dels models del sistema a escala macroscòpica, microscòpica i submicroscòpica.

Orientacions sobre la progressió de la competència en el segon cicle

En el segon cicle, l'alumne elabora models de sistemes i fenòmens físics i naturals de caràcter interpretatiu a escala macroscòpica, microscòpica i submicroscòpica, en nivells més complexos.

L'explicació de les propietats o la funció d'un sistema en termes de la seva estructura pot ser abordada amb més capacitat explicativa i predictiva, perquè els models inclouen elements submicroscòpics i un coneixement més aprofundit sobre l'estructura del sistema i la naturalesa de les interaccions. Els models elaborats també consideren amb més detall els fluxos i cicles de matèria i energia.

A segon cicle de segona ensenyança l'alumne duu a terme indagacions del mateix tipus que a primer cicle, però amb un grau de dificultat més alt pel que fa a la complexitat dels conceptes i procediments involucrats, i al nombre i la naturalesa de les variables (contínues i discretes) que intervenen. D'altra banda, es proposen indagacions amb un grau d'obertura més gran amb relació a les possibles estratègies de resolució i al grau d'ajut del professorat per planificar-les i dur-les a terme, i es deixa més autonomia a l'alumne a l'hora de prendre decisions.

Pel que fa a la complexitat dels conceptes implicats en les indagacions, s'investiguen sistemes i fenòmens a escala macroscòpica i microscòpica, però en nivells d'organització i estructuració més interns, fet que implica indagar nous elements i propietats, i noves relacions entre variables.

Pel que fa als procediments, es fan servir processos d'observació i de mesura que poden implicar la utilització d'instruments i tècniques de laboratori més complexos (preparació de mostres, preparació de solucions de diferents concentracions, etc.).

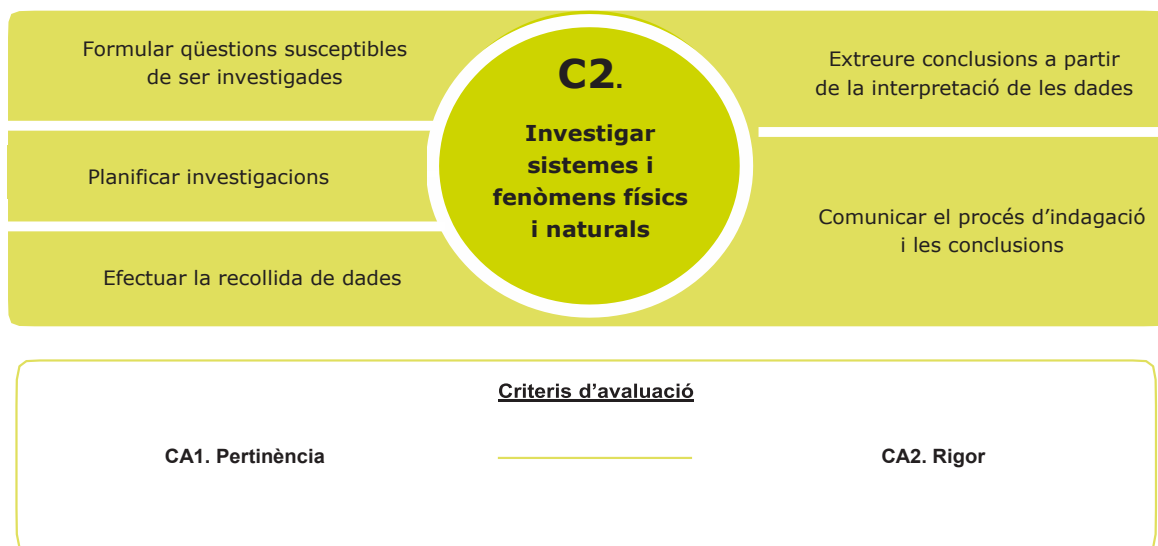
Pel que fa a la naturalesa de les indagacions, es duen a terme investigacions per trobar com varia una variable respecte a una altra en fenòmens en què cal controlar moltes variables; per exemple, en indagacions dels factors que afecten la velocitat de reacció (concentració, temperatura, catalitzadors) o dels factors que afecten la qualitat de l'aigua (salinitat, pH, concentració d'oxigen, etc.). També es duen a terme indagacions que requereixen idear un mètode de mesura de la variable dependent perquè no es pot mesurar directament amb un instrument (per exemple, la permeabilitat d'un sòl es determina mesurant el volum d'aigua que passa a través d'una mostra de sòl en funció del temps o la capacitat aïllant d'un material es determina mesurant com varia la temperatura en funció del temps).

D'altra banda, es continuen utilitzant mètodes de representació de les dades qualitatives i quantitatives fent ús dels instruments treballats a primer cicle, però també s'hi introdueixen altres tipologies de representacions com diagrames de sectors, histogrames, mapes evolutius, gràfics que combinen diferents tipus de variables (contínues i categòriques), etc.

El tractament quantitatiu de les dades requereix càlculs de noves magnituds (energia cinètica, energia potencial, potència elèctrica, concentracions, quantitats de substància, pH, permeabilitat, salinitat, etc.) a través de fórmules i equacions físiques.

El professorat proporciona als alumnes una orientació per a la planificació i realització de les investigacions menys pautada que en el primer cicle, però continua aportant un ventall de qüestions-guia que en facilitin el disseny, en format escrit o oralment a través d'un diàleg amb els alumnes.

Quadre de síntesi de la C2



Expectatives de 1r cicle

CA1. Pertinència

Al final de primer cicle de segona ensenyança, l'alumne investiga sistemes o fenòmens físics i naturals amb un grau de dificultat i d'obertura baix. Per fer-ho, l'alumne formula hipòtesis pertinents amb a la pregunta plantejada sobre el fenomen o sistema que s'investiga.

Quan l'alumne analitza les dades obtingudes, extreu conclusions pertinents a partir dels patrons de similitud i diferència entre elements estructurals, propietats d'un sistema o comportament de variables quantitatives.

Quan es tracta de classificar un sistema o fenomen, l'alumne selecciona amb pertinència els criteris de classificació amb l'ajuda d'una llista de criteris, amb la finalitat de trobar similituds i diferències entre elements del sistema.

En les indagacions sobre la relació entre variables, l'alumne identifica amb pertinència les variables dependent (la que es mesura) i independent (la que es varia i es mesura) a partir d'una pregunta o situació-problema plantejada en què hi ha indicis evidents de quines són les variables que cal mesurar. A més, ho fa amb l'ajuda d'una sèrie de preguntes clau que centren l'atenció en aquestes variables i en les que cal controlar.

Ahora, elabora representacions pertinents per les dades obtingudes utilitzant diferents formes de representació (icòniques, claus dicotòmiques, esquemes, taules, diagrames de barres, gràfiques i equacions senzilles) i expressant les dades qualitatives o quantitatives tenint en compte les unitats.

CA2. Rigor

Al final de primer cicle de segona ensenyança, l'alumne dissenya amb rigor el procediment (tasques que cal fer i instruments, materials i substàncies que cal utilitzar) amb l'ajuda d'una bastida de qüestions clau, comunicades oralment o per escrit, o mitjançant un suport audiovisual, que guien la planificació de la investigació.

En l'obtenció de dades, utilitza amb rigor els instruments necessaris per fer observacions qualitatives o mesures quantitatives, seguint les indicacions facilitades pel professorat o a partir d'unes instruccions escrites o audiovisuals sobre l'ús dels instruments. Quan l'ús dels instruments es fa al laboratori, a més, respecta les normes de seguretat del laboratori.

Comunica amb rigor els procediments que ha fet servir i els resultats als que ha arribat incorporant certs aspectes formals com l'expressió d'unitats, l'ús del lèxic científic vinculat als nous conceptes i magnituds i l'ús de representacions simbòliques (símbols, fórmules i equacions) de les entitats, propietats (magnituds) i fenòmens indagats.

Orientacions sobre la progressió de la competència en el primer cicle

A primer cicle de segona ensenyança l'alumne fa investigacions senzilles de diferent tipologia amb un grau de dificultat i d'obertura baix. Duu a terme investigacions centrades en l'observació d'un sistema o fenomen en què es busca la categorització i classificació dels seus elements, la determinació experimental d'una propietat o l'observació i la interpretació del sistema o fenomen a escala macroscòpica, i investigacions senzilles sobre la relació entre variables.

El grau de dificultat baix ve determinat per la complexitat dels conceptes implicats i dels procediments utilitzats en l'obtenció de les dades i el seu tractament.

Pel que fa als conceptes, en general s'indaguen sistemes i fenòmens a escala macroscòpica, en què es determinen propietats macroscòpiques o les seves relacions i elements estructurals propers al nivell macroscòpic (per exemple, el nivell cel·lular).

Pel que fa als procediments, s'usen instruments d'observació i de mesura senzills, en general de mesura directa (balances, proveta, termòmetre, etc.) i tècniques de laboratori elementals (disseccions, mètodes de separació de substàncies, dissolucions, etc.). D'altra banda, s'utilitzen mètodes senzills de representació de les dades com dibuixos, esquemes, claus dicotòmiques, taules, diagrames de barres (variables categòriques) i gràfics de variables contínues.

En els casos en què cal fer càlculs amb les dades, aquests càlculs són senzills (operacions matemàtiques bàsiques, relacions de proporcionalitat directa o inversa entre dos variables, factors de conversió per fer canvis d'unitats de magnituds bàsiques (longitud, massa, temps, temperatura, etc.) o derivades (superfície, volum, densitat, velocitat, concentració)).

La progressió de les indagacions també té a veure amb el grau d'obertura. En el primer cicle es plantegen investigacions guiades amb un grau d'obertura baix pel que fa a la diversitat d'estratègies possibles de resolució i el grau d'ajut proporcionat per planificar-les (disseny de la indagació) i dur-les a terme. El professorat proporciona als alumnes una orientació per a la planificació i realització de les investigacions força pautada, i aporta un ampli ventall de qüestions-guia que facilitin el disseny i instruccions concretes quan calgui.

Expectatives de 2n cicle**CA1. Pertinència**

Al final del segon cicle de segona ensenyança, l'alumne investiga sistemes o fenòmens físics i naturals amb un grau de dificultat i d'obertura més alt. Per fer-ho, l'alumne formula hipòtesis pertinents amb a la pregunta plantejada sobre el fenomen o sistema que s'investiga.

Quan l'alumne analitza les dades, extreu conclusions pertinents dels resultats obtinguts en una investigació que validen o refuten la hipòtesi formulada i que donen resposta a la pregunta de la investigació. Per fer-ho, l'alumne troba patrons de similitud i diferència entre elements estructurals o propietats d'un sistema o patrons de comportament entre variables quantitatives.

Quan es tracta de classificar un sistema o fenomen, l'alumne selecciona amb pertinència els criteris de classificació que pot utilitzar per trobar similituds i diferències entre elements d'un sistema i els aplica.

En les indagacions sobre la relació entre variables, l'alumne identifica amb pertinència les variables dependent (la que es mesura) i independent (la que es varia i es mesura) i les variables que cal controlar a partir de la situació-problema plantejada, en què no s'explicita de forma evident quines són aquestes variables a mesurar.

Ahora, elabora representacions pertinents per les dades obtingudes utilitzant diferents formes de representació (icòniques, claus dicotòmiques, esquemes, taules, diagrames de barres, gràfiques i equacions senzilles) i de les relacions entre variables (diagrames de barres, gràfics, equacions), combinant diferents tipus de variables (contínues i categòriques) i fent un ús més freqüent d'equacions matemàtiques d'un grau de complexitat més alt que a primer cicle. En aquesta representació de dades qualitatives o quantitatives, l'alumne té en compte les unitats que se li associen i les xifres significatives de les mesures.

CA2. Rigor

Al final del segon cicle de segona ensenyança, l'alumne dissenya amb rigor el procediment (tasques que cal fer i instruments, materials i substàncies que cal utilitzar) a partir d'una guia de planificació, que no indica de manera explícita què cal fer o quins instruments i materials cal utilitzar, però que orienta el disseny.

En l'obtenció de dades, utilitza amb rigor els instruments necessaris per fer observacions qualitatives o mesures quantitatives, seguint les indicacions facilitades pel professorat o a partir d'unes instruccions escrites o audiovisuals sobre l'ús dels instruments, però amb un grau d'autonomia més gran que al primer cicle. Quan l'ús dels instruments es fa al laboratori, respecta les normes de seguretat del laboratori.

Per últim, comunica amb rigor els procediments que ha fet servir i els resultats als que ha arribat incorporant certs aspectes formals com l'expressió d'unitats, l'ús del lèxic científic vinculat als nous conceptes i magnituds i l'ús de representacions simbòliques (símbols, fórmules i equacions) de les entitats, propietats (magnituds) i fenòmens indagats.

Orientacions sobre la progressió de la competència en el segon cicle

A segon cicle de segona ensenyança l'alumne duu a terme indagacions del mateix tipus que a primer cicle, però amb un grau de dificultat més alt pel que fa a la complexitat dels conceptes i procediments involucrats, i al nombre i la naturalesa de les variables (contínues i discretes) que intervenen. D'altra banda, es proposen indagacions amb un grau d'obertura més gran amb relació a les possibles estratègies de resolució i al grau d'ajut del professorat per planificar-les i dur-les a terme, i es deixa més autonomia a l'alumne a l'hora de prendre decisions.

Pel que fa a la complexitat dels conceptes implicats en les indagacions, s'investiguen sistemes i fenòmens a escala macroscòpica i microscòpica, però en nivells d'organització i estructuració més interns, fet que implica indagar nous elements i propietats, i noves relacions entre variables.

Pel que fa als procediments, es fan servir processos d'observació i de mesura que poden implicar la utilització d'instruments i tècniques de laboratori més complexos (preparació de mostres, preparació de solucions de diferents concentracions, etc.).

Pel que fa a la naturalesa de les indagacions, es duen a terme investigacions per trobar com varia una variable respecte a una altra en fenòmens en què cal controlar moltes variables; per exemple, en indagacions dels factors que afecten la velocitat de reacció (concentració, temperatura, catalitzadors) o dels factors que afecten la qualitat de l'aigua (salinitat, pH, concentració d'oxigen, etc.). També es duen a terme indagacions que requereixen idear un mètode de mesura de la variable dependent perquè no es pot mesurar directament amb un instrument (per exemple, la permeabilitat d'un sòl es determina mesurant el volum d'aigua que passa a través d'una mostra de sòl en funció del temps o la capacitat aïllant d'un material es determina mesurant com varia la temperatura en funció del temps).

D'altra banda, es continuen utilitzant mètodes de representació de les dades qualitatives i quantitatives fent ús dels instruments treballats a primer cicle, però també s'hi introdueixen altres tipologies de representacions com diagrames de sectors, histogrames, mapes evolutius, gràfics que combinen diferents tipus de variables (contínues i categòriques), etc.

El tractament quantitatiu de les dades requereix càlculs de noves magnituds (energia cinètica, energia potencial, potència elèctrica, concentracions, quantitats de substància, pH, permeabilitat, salinitat, etc.) a través de fórmules i equacions físiques.

El professorat proporciona als alumnes una orientació per a la planificació i realització de les investigacions menys pautada que en el primer cicle, però continua aportant un ventall de qüestions-guia que en facilitin el disseny, en format escrit o oralment a través d'un diàleg amb els alumnes.

Quadre de síntesi de la C3



Criteris d'avaluació

CA1. Sentit crític**CA2. Coherència**

Expectatives de 1r cicle

CA1. Sentit crític

Al final del primer cicle de segona ensenyança, l'alumne expressa amb sentit crític la seva opinió amb relació a una qüestió sociocientífica, mediambiental o de salut determinada, contrastant-la amb el coneixement científic que es té sobre aquesta qüestió, i la modifica, si s'escau, a partir de les proves i arguments que aquest coneixement proporciona.

També valora amb sentit crític els beneficis i els possibles inconvenients d'una aplicació de la ciència en la societat, el medi ambient o la salut o els efectes de les conductes de risc envers la salut o el medi ambient, tenint en compte consideracions de caràcter científic, social i econòmic.

Finalment, justifica amb criteris científics i amb sentit crític l'adopció de mesures i actituds responsables per a la conservació del medi ambient, la prevenció de riscos naturals o de conductes de risc per a la salut personal o col·lectiva, així com l'adquisició d'hàbits saludables, a partir d'un coneixement bàsic dels principis que sustenten el desenvolupament sostenible, dels processos que originen els riscos naturals i dels mecanismes a nivell orgànic i cel·lular que provoquen les malalties.

CA2. Coherència

Al final del primer cicle de segona ensenyança, l'alumne argumenta sobre qüestions sociocientífiques, mediambientals o de salut. L'argumentació implica justificar les conclusions a partir de les dades, mitjançant un raonament en el marc d'un model científic. Per fer-ho, l'alumne selecciona amb coherència dades fiables i significatives per justificar una afirmació sobre una qüestió sociocientífica, mediambiental o de salut, presentades en la forma de taules, percentatges, gràfiques, estadístiques, etc.

L'alumne interpreta el significat i la fiabilitat de les dades amb coherència en base als seus coneixements i a les fonts d'on procedeixen (llibres de text, monografies, articles de revistes de divulgació científica, etc.), respectivament.

A més, identifica el model científic que és coherent respecte de la qüestió sociocientífica, mediambiental o de salut plantejada, establint la connexió entre les dades i el model científic, amb l'ajut d'una sèrie de qüestions guia que li permeten enquadrar i interpretar les dades en el marc del model.

També, fa raonaments coherents, no contradictoris ni imprecisos basats en dades i proves científiques per justificar una conclusió o l'adopció de mesures apropiades per prevenir o minimitzar problemes mediambientals o de salut.

Orientacions sobre la progressió de la competència en el primer cycle

A primer cycle de segona ensenyança es plantejaran qüestions sociocientífiques, ambientals i de salut d'un baix grau de complexitat, que puguin abordar-se usant els models macroscòpics, cel·lulars o corpusculars que es treballen en el primer cycle.

Es treballaran temes relacionats amb l'adquisició d'hàbits saludables, la conservació del medi ambient, la prevenció de riscos naturals i de conductes de risc per a la salut personal o col·lectiva que siguin rellevants en la vida quotidiana dels alumnes.

Cal prioritzar problemes sociocientífics en què el grau de controvèrsia no gaire molt alt, centrant-se sobretot en la identificació i justificació d'hàbits saludables i de les recomanacions per reduir els impactes ambientals, evitar el malbaratament dels recursos materials i promoure l'estalvi energètic.

Es dedicarà temps a treballar com es construeix un argument proporcionant orientacions i exemples. El professorat orientarà l'avaluació i la interpretació de les dades, i ajudarà a fer la connexió entre dades i teories.

En la interpretació de textos s'utilitzaran textos divulgatius adequats als coneixements dels alumnes i se'ls ajudarà a contextualitzar-los, a interpretar-los i a prendre partit davant les afirmacions que continguin.

Els debats sociocientífics sobre qüestions controvertides es planificaran amb molta cura i es proporcionarà als alumnes fonts d'informació fiables i elements clau per prendre partit i defensar una opinió.

En l'elaboració d'assaigs científics es facilitaran exemples i bastides de suport, i es potenciarà la confecció de textos curts i ben estructurats. Tant en l'elaboració de textos com en els debats es promourà la incorporació gradual dels termes científics propis del tema que es discuteix i dels models que s'utilitzen, assegurant la comprensió del seu significat.

Expectatives de 2n cicle**CA1. Sentit crític**

Al final del segon cicle de segona ensenyança, l'alumne fa un judici reflexiu amb criteris científics i sentit crític sobre una qüestió sociocientífica, mediambiental o de salut determinada, defensant amb consistència i seguretat els arguments i posicionaments propis i avaluant els punts de vista alternatius, per tal d'acceptar-los o refutar-los en funció de les proves i coneixements científics aportats.

A més, valora amb sentit crític els beneficis i els possibles inconvenients d'una aplicació de la ciència en la societat, el medi ambient o la salut, o els efectes de conductes de risc envers la salut o el medi ambient, tenint en compte consideracions de caràcter científic, ètic, social o econòmic.

Per últim, justifica amb sentit crític l'adopció de mesures i actituds responsables per a la conservació del medi ambient, la prevenció de riscos naturals o de conductes de risc per a la salut personal i col·lectiva, així com l'adquisició d'hàbits saludables a partir d'un coneixement més detallat de la dinàmica dels processos que originen els riscos naturals, dels mecanismes a nivell orgànic, cel·lular i molecular que provoquen les malalties, i dels principis que sustenten el desenvolupament sostenible.

CA2. Coherència

Al final del segon cicle de segona ensenyança, l'alumne argumenta sobre qüestions sociocientífiques, mediambientals o de salut. L'argumentació implica justificar les conclusions a partir de les dades, mitjançant un raonament en el marc d'un model científic. Per fer-ho l'alumne selecciona amb coherència dades fiables i significatives per justificar una afirmació sobre una qüestió sociocientífica, mediambiental o de salut, presentades en forma de taules, percentatges, gràfiques, estadístiques, etc.

L'alumne interpreta el significat de les dades amb coherència en base als seus coneixements, mostrant una major autonomia per organitzar, relacionar i analitzar aquestes dades, i avalua la seva fiabilitat en funció de les fonts d'on procedeixen (llibres de text, monografies, articles de revistes de divulgació científica, etc.).

També identifica el model científic que és coherent respecte a una qüestió sociocientífica, mediambiental o de salut determinada, establint la connexió entre les dades i el model científic, que presenta nivells de conceptualització més complexos des del punt de vista de l'organització i l'estructura.

Alhora, fa raonaments coherents, no contradictoris ni imprecisos basats en dades i proves científiques per justificar una conclusió o l'adopció de mesures apropiades per prevenir o minimitzar problemes mediambientals o de salut.

L'alumne contraargumenta amb coherència en contra d'afirmacions que no estan basades en proves i teories científiques o en contra d'arguments que mostren incoherències, contradiccions o imprecisions.

Orientacions sobre la progressió de la competència en el segon cicle

A segon cicle de segona ensenyança es plantejaran qüestions sociocientífiques, ambientals i de salut d'un grau de complexitat més alt, que puguin abordar-se usant els models macroscòpics, cel·lulars i moleculars que es treballen en el segon cicle.

S'abordaran temes relacionats amb el desenvolupament sostenible, la conservació del medi ambient, la prevenció de riscos naturals i de conductes de risc per a la salut personal o col·lectiva i l'adquisició d'hàbits saludables amb un abast més global que els temes tractats en el primer cicle; per exemple, el canvi climàtic, la transformació energètica, les conseqüències de la digitalització, els avenços sanitaris, les campanyes de vacunació, la fecundació in vitro, el desenvolupament sostenible, etc.

Es tractaran problemes sociocientífics en què el grau de controvèrsia sigui més alt, tenint en compte els arguments dels altres i la contraargumentació. També es promourà l'anàlisi de problemes en què calgui considerar una diversitat d'arguments de caràcter científic, ètic, social i econòmic.

En la interpretació de textos es treballarà amb textos més complexos que a primer cicle i s'ajudarà els alumnes a contextualitzar-los, interpretar-los i prendre partit davant les afirmacions que continguin, però deixant-los un marge d'autonomia més gran.

En els debats sociocientífics sobre qüestions controvertides s'animarà els alumnes que cerquin informació, alhora que se'ls dona elements per valorar la seva fiabilitat en funció de la credibilitat de les fonts. També es promourà la consideració d'arguments alternatius i la contraargumentació. I es farà èmfasi en la defensa argumentada de les actituds i les mesures que es poden adoptar.

En l'elaboració d'assajos científics es facilitaran bastides de suport, i es potenciarà la confecció de textos ben estructurats i amb claredat expositiva. Tant en l'elaboració de textos com en els debats es serà més exigent en l'ús apropiat dels termes científics propis del tema que s'aborda i dels models que s'utilitzen, assegurant la comprensió del seu significat.