

Altres disposicions

Decret

Decret del 9-12-2020 de modificació del Decret del 20-3-2019 de publicació del programa de l'assignatura de química del batxillerat general de l'Escola Andorrana.

Exposició de motius

Vist l'article 17 del Decret legislatiu del 30-5-2018 de publicació del text refós de la Llei qualificada d'educació, del 3-9-1993, en el qual s'estableix que els principis rectors del sistema educatiu andorrà i les seves modalitats, els nivells, els cicles, els cursos i les opcions establerts per la Llei es desenvoluparan amb un reglament que en determinarà els programes;

Vist l'apartat 2 de l'article 9 de la Llei qualificada esmentada, en el qual es reconeix que els alumnes tenen dret que el seu rendiment escolar sigui valorat amb criteris objectius;

Vist l'article 11 de la Llei esmentada, en el qual es reconeix el dret de llibertat de càtedra dels docents, sempre que s'exerceixi des del respecte a la Constitució i amb una finalitat educativa;

Vist l'article 4 de la Llei 17/2018, del 26 de juliol, d'ordenament del sistema educatiu andorrà, en el qual s'especifica que correspon al Govern desenvolupar, aprovar i publicar els referents curriculars de les àrees d'aprenentatge o assignatures dels ensenyaments;

Vist l'article 6 de la Llei esmentada, en el qual es defineix programa com el conjunt d'elements curriculars que han de ser objecte d'ensenyament, aprenentatge i avaluació en un nivell educatiu o un diploma determinat;

Vist el Decret del 27-2-2019 d'ordenament del nivell de batxillerat general sistema educatiu andorrà;

Vist l'article 19 del Decret esmentat, en el qual es determina que els programes de les assignatures i de les competències transversals es publiquen mitjançant el decret corresponent;

Vist el Decret del 20-3-2019 de publicació del programa de l'assignatura de química del batxillerat general de l'Escola Andorrana;

Atesa la implementació del programa i la millora constant de l'ensenyament, l'aprenentatge i l'avaluació de l'assignatura de química de l'Escola Andorrana de batxillerat, se suprimeix el criteri d'avaluació de sentit crític de la competència 3 i es reformulen les expectatives de final de cicle de les tres competències del programa.

Atesa la necessitat de presentar de manera complerta totes les parts del programa i desenvolupar-ne les prescripcions i les orientacions, es torna a publicar íntegrament l'annex que conté el programa de l'assignatura de química de batxillerat de l'Escola Andorrana amb totes les modificacions incorporades, a fi de garantir la seguretat jurídica.

Ateses les consideracions esmentades, a proposta de la ministra d'Educació i Ensenyament Superior, el Govern, en la sessió del 9 de desembre del 2020, aprova aquest Decret amb el contingut següent:

Article únic. *Modificacions en el programa de química*

1. Es modifica l'annex, concretament l'apartat relatiu als criteris d'avaluació de la competència 3 del programa de química, previst a l'article 3 del Decret del 20-3-2019 de publicació del programa de l'assignatura de química del batxillerat general de l'Escola Andorrana, en el qual se suprimeix el criteri d'avaluació de sentit crític i queda redactat de la manera següent:

"CA1. Coherència

La coherència de les argumentacions científiques implica que estan ben construïdes a partir de les proves o evidències experimentals que la ciència aporta en relació amb els problemes sociocientífics que s'aborden. La diferenciació entre observacions i hipòtesis, entre descripció i interpretació de les dades, etc., és un aspecte important per valorar la coherència de les argumentacions, de la qual depèn la consistència de les conclusions a les quals s'arribi. La coherència es pot apreciar tant en la comunicació escrita com en la verbal, per exemple en els informes escrits que es puguin demanar o en els debats organitzats sobre qüestions controvertides.

CA2. Eficiència

L'eficiència de les argumentacions té a veure amb la capacitat d'arribar a formular propostes efectives per resoldre els problemes sociocientífics o mediambientals plantejats. Aquesta efectivitat serà més alta com més ben identificat hagi estat el problema que s'hagi de resoldre, més rigorosa hagi estat la tasca de cerca bibliogràfica de les solucions que la ciència i la tecnologia actual poden aportar, i més ben argumentada hagi estat la presa de decisions.

2. Es modifica l'annex, concretament l'apartat relatiu a les expectatives de final de cicle de la competència 1 del programa de química, previst a l'article 3 del Decret del 20-3-2019 de publicació del programa de l'assignatura de química del batxillerat general de l'Escola Andorrana, que queda redactat com segueix:

"Al final de batxillerat, l'alumne elabora models químics interpretatius dels fenòmens i els processos químics més rellevants. Per fer-ho, utilitza amb pertinència els models de la química en l'explicació de fenòmens i la formulació d'hipòtesis pertinents sobre el comportament dels sistemes o fenòmens químics. També analitza amb rigor els elements característics del fenomen, identificant les dades i la informació més rellevant d'entre tota la disponible. A més, aplica el model químic per explicar amb rigor el fenomen o procés i comprova les seves hipòtesis, fent amb eficiència els càlculs o procediments necessaris, i extreu conclusions pertinents en relació amb les dades o resultats trobats. Finalment, utilitza amb rigor un llenguatge científic per expressar la interpretació de les idees que integren el model utilitzat, així com per fer prediccions eficients del comportament del sistema químic quan està sotmès a variacions. També explica amb eficiència nous fenòmens químics en contextos diferents utilitzant el model treballat."

3. Es modifica l'annex, concretament l'apartat relatiu a les expectatives de final de cicle de la competència 2 del programa de química, previst a l'article 3 del Decret del 20-3-2019 de publicació del programa de l'assignatura de química del batxillerat general de l'Escola Andorrana, que queda redactat com segueix:

"Al final de batxillerat, l'alumne investiga fenòmens químics rellevants a partir de la resolució de problemes químics i de dades experimentals o bibliogràfiques. Quan ho fa, es formula de manera pertinent preguntes investigables rellevants des d'una o diverses vessants de la química i determina com es pot investigar un fenomen o problema de manera pertinent, seleccionant amb coherència la informació o les dades necessàries i dissenyant un mètode de resolució pertinent. A més, determina les variables pertinents que formaran la investigació i com es mesuraran, i selecciona així els instruments i les metodologies més coherents per a cada cas. Alhora, manipula correctament i amb rigor els diferents instruments triats per a la seva investigació i sap respectar amb rigor les normes de seguretat del laboratori, seguint amb coherència l'esquema de resolució dissenyat prèviament. Durant la cerca, efectua correctament i amb rigor els càlculs matemàtics necessaris i expressa amb rigor els resultats que obté, i determina així els valors i les unitats amb què opera, localitzant i valorant en tot moment l'origen del possible error experimental. Finalment, l'alumne analitza amb rigor les dades de la investigació i identifica la presència d'evidències o d'elements característics en aquestes i n'extreu conclusions coherents, i identifica així el camp de validesa dels resultats obtinguts, de manera rigorosa."

4. Es modifica l'annex, concretament l'apartat relatiu a les expectatives de final de cicle de la competència 3 del programa de química, previst a l'article 3 del Decret del 20-3-2019 de publicació del programa de l'assignatura de química del batxillerat general de l'Escola Andorrana, que queda redactat com segueix:



“Al final de batxillerat, l'alumne argumenta les causes i les possibles solucions de problemes rellevants mediambientalment, sanitàriament i socioeconòmicament basant-se en evidències i models químics. Per fer-ho, és capaç d'analitzar els problemes o necessitats sociocientífiques per tal d'identificar amb coherència en què consisteix un problema o una necessitat concreta. Utilitza amb coherència dades o evidències científiques i models de la química per tal de posicionar-se en relació amb una qüestió i argumentar sobre aquesta. Alhora, selecciona eficientment la informació per al problema d'entre tota la informació disponible i defensa eficaçment i sense entrar en contradiccions les posicions pròpies a partir d'arguments basats en proves i coneixements que involucren la química. Finalment, formula propostes de millora eficients en relació amb la problemàtica tractada i els arguments.”

Disposició final

Aquest Decret entra en vigor l'endemà de ser publicat al *Butlletí Oficial del Principat d'Andorra*.

Cosa que es fa pública per a coneixement general.

Andorra la Vella, 9 de desembre del 2020

Xavier Espot Zamora
Cap de Govern

Annex

Introducció

En el batxillerat, l'ensenyament de la química s'ha de continuar plantejant de forma contextualitzada, partint de problemes o esdeveniments amb rellevància social. Aquest enfocament despertarà l'interès de l'alumne i facilitarà un context adequat per formular preguntes i emprendre processos d'indagació i modelització, que constitueixen els objectius fonamentals de la competència científica. Aquests processos d'indagació i modelització podran ara fer-se amb un nivell d'aprofundiment més alt que en la segona ensenyança, sobre la base dels coneixements i les capacitats adquirits en l'etapa anterior. En particular, podrà ser molt més important el tractament quantitatiu de molts processos, que podrà ser abordat mitjançant càlculs de quantitats de substàncies, concentracions, pH, etc. I també la precisió del llenguatge químic utilitzat, tant en la denominació de les magnituds fisicoquímiques com de les substàncies i espècies químiques que intervenen en les reaccions químiques.

La química és una ciència present en molts àmbits de la societat, per la qual cosa caldrà tenir en compte les interaccions constants que es produeixen entre la química, la tecnologia, la societat i el medi ambient. S'han de promoure les actituds i els valors que permetin als alumnes actuar com a ciutadans preocupats per aconseguir la millora de la qualitat de vida i un desenvolupament econòmic sostenible i respectuós amb el medi ambient.

És important que l'alumne compregui la naturalesa de la química com a ciència, és a dir, els procediments i les maneres de raonar i d'argumentar que els químics utilitzen per posar a prova les hipòtesis i avaluar les evidències i, d'aquesta manera, obtenir els models i les teories que permeten explicar els fenòmens químics, analitzar la composició i l'estructura dels materials i guiar l'obtenció de noves substàncies. Per comprendre el caràcter dinàmic de les teories i els models químics, caldrà prestar atenció a l'evolució al llarg de la història d'alguns conceptes o models químics fonamentals, com per exemple l'evolució de la teoria atòmicomolecular, dels models atòmics, de la taula periòdica, dels models d'àcid-base, del concepte d'oxidació, etc.

Per acabar, caldrà sempre tenir present la conveniència de bastir el màxim possible de ponts (de mostrar la relació que hi ha) entre la química i altres ciències, com la física, la biologia i les ciències de la Terra, la química i l'art, la química i la tecnologia i, en general, entre la química i la societat.

Competències específiques

La competència científica es refereix al desenvolupament de les capacitats imprescindibles que permetin als alumnes utilitzar el coneixement científic per descriure, explicar i predir fenòmens naturals i tecnològics, investigar problemes, formular i contrastar hipòtesis, comprendre els trets característics de la ciència, i documentar-se, argumentar i prendre decisions personals i socials sobre el món natural i els canvis que l'activitat humana hi genera.

Per tal d'assolir la competència científica en química s'han triat tres competències específiques:

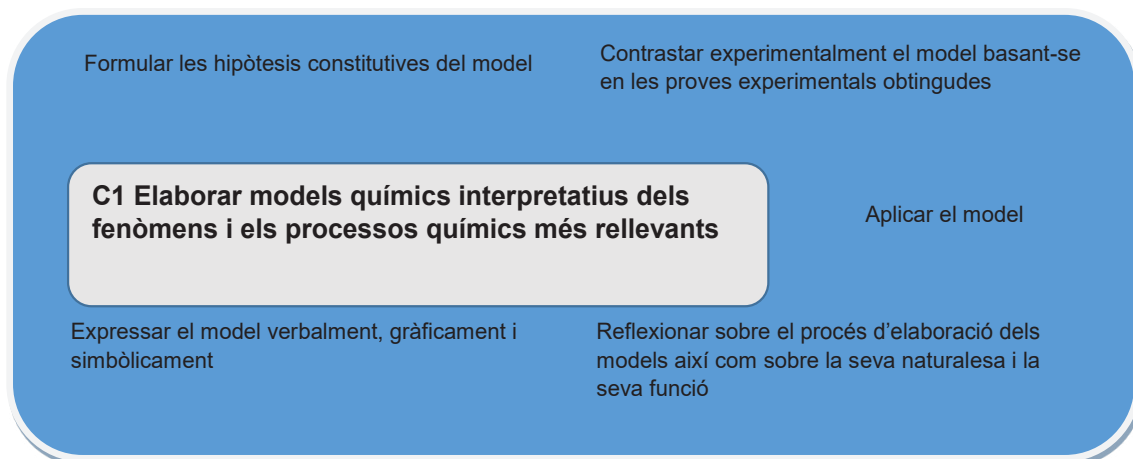
C1 Elaborar models químics interpretatius dels fenòmens i els processos químics rellevants.

C2 Investigar fenòmens químics resolent problemes químics rellevants a partir de dades experimentals o bibliogràfiques.

C3 Argumentar les causes i les possibles solucions de problemes rellevants mediambientalment, sanitàriament i socioeconòmicament basant-se en evidències i models.

Aquestes tres competències permeten adquirir la competència científica en química perquè impliquen desenvolupar les capacitats imprescindibles en relació amb la modelització, la investigació i l'argumentació.

C1 Elaborar models químics interpretatius dels fenòmens i els processos químics més rellevants



L'alumne aprèn a construir o reelaborar models químics escolars de manera progressiva per descriure, explicar i predir fenòmens químics rellevants en la vida quotidiana i en el medi físic i natural que ens envolta, i per comprendre l'estructura, les propietats i la síntesi de noves substàncies i nous materials.

Elaborar models (modelitzar) consisteix a representar els fenòmens químics a través de diversos tipus de representacions (mentals, visuals, gràfiques, matemàtiques, etc.) per tal d'explicar-los mitjançant aquests models. Els models permeten pensar i raonar al voltant d'idees, dades, arguments i noves qüestions. L'elaboració de models afavoreix que els alumnes desenvolupin progressivament diverses habilitats, com ara fer hipòtesis, cercar evidències o proves experimentals i argumentar per justificar les hipòtesis o supòsits del model a partir de les dades trobades. Un cop elaborat el model cal aplicar-lo en noves situacions i fer-lo servir per fer prediccions. Tant l'explicació com la predicció a partir de models impliquen la capacitat d'argumentar, és a dir, d'explicar o predir els fets a través d'un raonament o argumentació basada en els elements del model.

La capacitat predictiva que han de tenir els models ens ha de permetre explicar el que succeirà quan es modifiquen les condicions o el context dels sistemes químics que

s'estudien. En química la capacitat predictiva es basa en la utilització de models, però també d'una sèrie de regles heurístiques, que són útils per fer prediccions ràpides, encara que a vegades no tinguin el mateix fonament teòric que els models.

Orientacions didàctiques de la competència

El currículum de la química de batxillerat s'estructura en una sèrie de blocs que es presenten a través d'una o diverses preguntes clau i d'un seguit de preguntes més concretes que permeten disposar d'una panoràmica general dels aspectes de l'estructura de la matèria i de les seves reaccions químiques que volem indagar i modelitzar. Aquestes preguntes constitueixen un bon punt de partida per iniciar els processos de modelització.

Gran part dels models que s'usen per representar i explicar els fenòmens químics que s'estudien a la química del batxillerat ja han estat elaborats, tot i que en un nivell més qualitatiu o simplificat, en els cursos de segona ensenyança.

El plantejament didàctic dels processos de modelització s'ha d'abordar tenint en compte que, en molts casos, és en realitat un procés de reelaboració més que un procés d'elaboració de nou. Igual que es feia en la segona ensenyança, cal partir de les idees prèvies dels alumnes, però ara cal tenir en compte que el coneixement que els alumnes tenen dels fenòmens químics i els seus models ja està en gran part configurat per aprenentatges escolars previs. Tanmateix, en altres ocasions els models que cal construir suposen una ruptura amb els models anteriors, com per exemple quan s'abordi el model quàntic de l'àtom i el principi d'incertesa en la determinació de la posició de les partícules subatòmiques, com l'electró.

La major complexitat dels models que és necessari construir en la química del batxillerat requerirà una intervenció més gran del professorat en la formulació de les preguntes clau i en el diàleg interactiu amb l'alumnat, tant en la cerca d'evidències experimentals com en l'argumentació, és a dir, en la justificació del model proposat a partir de les evidències disponibles. És important tenir present la importància d'aquest diàleg interactiu i de la realització constant d'activitats d'interpretació i indagació en la reformulació i l'ampliació dels models, evitant les explicacions del professorat que no responguin a una pregunta prèvia plantejada per ser resolta conjuntament amb l'alumnat.

Els alumnes han de ser conscients de la varietat de models que la química utilitza per representar la realitat atòmicomolecular de la matèria i els seus canvis, de manera que es formin una idea del caràcter aproximatiu i instrumental dels models, que permeten representar aspectes significatius de la realitat, però que no s'han de confondre amb una representació exacta d'aquesta realitat.

La modelització matemàtica de les lleis o relacions entre variables ha de tenir un paper molt més important en la química de batxillerat que en la de segona ensenyança.

C2 Investigar fenòmens químics rellevants a partir de la resolució de problemes químics, de dades experimentals o bibliogràfiques

Identificar qüestions químiques susceptibles de ser investigades

Portar a terme investigacions experimentals, resolució de problemes i cerques bibliogràfiques

C2 Investigar fenòmens químics rellevants a partir de la resolució de problemes químics, de dades experimentals o bibliogràfiques

Extreure conclusions dels resultats

Reflexionar sobre els procediments a través dels quals s'ha portat a terme la investigació o la resolució del problema

Comunicar el procés d'indagació o resolució del problema i les conclusions

L'alumne aprèn a formular hipòtesis validables i a planificar i executar la indagació necessària per validar-les. Tot procés d'indagació comença amb la formulació d'una qüestió que ens plantejem resoldre. Per trobar la solució a aquesta qüestió cal que l'alumne planifiqui un mètode de resolució, identifiqui les variables que són rellevants en el fenomen que s'investiga i, generalment, que elabori hipòtesis sobre la relació entre elles com a possible resposta a la pregunta plantejada.

Validar les hipòtesis és l'etapa fonamental de qualsevol indagació científica escolar. La validació d'hipòtesis implica un seguit d'accions que cal que es duguin a terme a l'aula per tal de desenvolupar la competència indagativa. La validació de les hipòtesis implica planificar l'obtenció de les dades, ja sigui mitjançant la planificació i realització d'experiments o mitjançant cerques bibliogràfiques.

En els exemples d'indagació proposats es pot veure que moltes investigacions no impliquen el maneig de variables sinó la determinació d'una propietat determinada d'una substància o d'una reacció (la massa atòmica o molecular relativa, la conductivitat elèctrica, l'entalpia de reacció, la velocitat de reacció, etc.). En aquest cas el caràcter investigatiu té lloc pel fet que no es proporciona el mètode o procediment que cal seguir, sinó que s'espera que l'obtingui l'alumnat, primer a través d'una discussió en petits grups, i després a través d'un diàleg interactiu amb el professorat.

Orientacions didàctiques de la competència

En les investigacions per a la determinació de propietats fisicoquímiques es tracta d'indagar el mètode que portarà a fer una determinació correcta de la propietat. Això implica pensar, en primer lloc, en el fonament del mètode que es pot utilitzar i, en segon lloc, en el procediment concret que es farà servir, és a dir, en les etapes o accions concretes que cal efectuar per arribar al resultat desitjat. En aquesta segona etapa cal

especificar els instruments que s'utilitzaran, els dispositius o muntatges que caldrà fer, les substàncies o les concentracions de les solucions que s'utilitzaran, etc.

En les investigacions sobre l'efecte d'una variable sobre una altra, el procés de planificació requereix decidir quina és la variable dependent, quina és la variable independent, com es variarà aquesta variable, com es mesuren ambdós i quines són les altres variables que cal controlar. Un cop recollides les dades, cal argumentar si validen o no la hipòtesi que s'havia proposat, treure'n les conclusions pertinents i comunicar els resultats de la investigació. Hi ha fenòmens en què les hipòtesis no poden ser validades per experimentació. En aquest cas, cal recórrer a obtenir les dades de les fonts on les podem trobar (enciclopèdies, monografies, revistes de divulgació científica de qualitat, Internet, etc.).

Tant la realització d'investigacions com la resolució de problemes són activitats que permeten fer, al mateix temps, una reflexió sobre els procediments que es fan servir per portar-les a terme. De la mateixa manera, la resolució de problemes cal que comporti una reflexió sobre les simplificacions que s'hi introdueixen, les limitacions de les equacions i representacions simbòliques que s'utilitzen, la precisió amb què es poden expressar els resultats, etc.

C3 Argumentar les causes i les possibles solucions de problemes rellevants mediambientalment, sanitàriament i socioeconòmicament basant-se en evidències i models

Identificar qüestions sociocientífiques rellevants relacionades amb la química

Elaborar argumentacions científiques basades en l'anàlisi de dades o les proves disponibles

C3 Argumentar les causes i les possibles solucions de problemes rellevants mediambientalment, sanitàriament i socioeconòmicament basant-se en evidències i models

Proposar accions sostenibles o saludables en relació amb problemes sociocientífics amb fonamentació química

Valorar críticament les aportacions de la química al benestar de la vida de les persones i la sostenibilitat del planeta

L'alumne aprèn a manifestar-se críticament sobre qüestions sociocientífiques fent ús d'arguments científics. Aquesta competència té com a finalitat comprendre que la química ha de servir per resoldre problemes reals rellevants per a les persones, la societat i el medi ambient. Els alumnes opinen i prenen decisions al voltant de qüestions sociocientífiques actuals fent ús dels conceptes, els procediments i les teories de la química que han après, i de les habilitats de cerca d'informació, argumentació, debat i comunicació. L'argumentació ha d'estar basada en evidències, és a dir, en proves. Això implica tenir una gran cura en la selecció de les fonts d'informació.

Els alumnes han de valorar críticament els impactes de les aplicacions de la química en la societat i en el planeta, i s'han d'adonar tant dels grans beneficis que la investigació química ha reportat a la humanitat com dels impactes mediambientals negatius que els residus químics de la indústria química, l'extracció de matèries primeres o la utilització de determinats productes han pogut ocasionar.

Orientacions didàctiques de la competència

Per treballar aquesta competència és important el plantejament de situacions (reals o fictícies, actuals o històriques) en què calgui prendre una decisió amb criteris ben fonamentats, és a dir, cal plantejar-se un ensenyament contextualitzat.

Per sustentar i argumentar determinades opinions o proposar determinades accions cal consultar i analitzar bibliografia, documents de les institucions polítiques i científiques, articles de premsa, articles de divulgació científica, notícies de la televisió o documentals d'actualitat. Per poder argumentar sobre les qüestions plantejades, els alumnes han de pronunciar-se i han de justificar les seves propostes, abandonar les idees preconcebudes i valorar críticament les solucions que s'aportin.

Adoptar decisions responsables implica argumentar per justificar les accions més adients per a cada situació. Per poder argumentar sobre qüestions sociocientífiques, els alumnes han de pronunciar-se i han de justificar les seves propostes mitjançant raonaments, abandonant les idees preconcebudes i posant en dubte les accions pròpies i les d'altres, amb esperit crític. El procés d'argumentació exigeix comunicar els propis posicionaments basats en dades, escoltar les opinions dels altres i incorporar els seus arguments dins de la pròpia argumentació, quan es cregui adient. Les activitats de debat i argumentació són una bona ocasió per exercitar les habilitats de comunicació, l'ús d'un llenguatge científic precís i la construcció d'arguments coherents.

Recursos d'aprenentatge

Els vuit blocs que s'han seleccionat en el programa de química inclouen els models de la química i les problemàtiques més rellevants en relació amb la química. Els recursos estan organitzats al voltant de qüestions que han estat essencials en el desenvolupament dels conceptes, models, teories, procediments i aplicacions de la química en el món; i estan classificats en conceptes, procediments i actituds. A partir de qüestions com quina és l'estructura atòmicomolecular de la matèria, com interaccionen els àtoms i les molècules amb la radiació electromagnètica, quina és la relació entre les propietats i l'estructura dels polímers, per què certes reaccions són d'equilibri i altres completes, com es pot modificar la velocitat de les reaccions, per què les reaccions dels clorofluorocarbonis amb l'ozó són tan eficaces a l'hora de fer desaparèixer l'ozó, o quines aplicacions tenen les piles de combustibles, és possible iniciar processos de modelització, d'indagació i d'argumentació que permetin desenvolupar l'adquisició de les tres competències específiques de la química del batxillerat.

És important destacar que els vuit blocs corresponen al conjunt dels dos cursos de química del batxillerat. En la planificació de les unitats d'aprenentatge de primer i segon de batxillerat es pot fer ús dels recursos de qualsevol. Tanmateix, hi ha alguns recursos

que és més aconsellable veure'ls a primer curs i d'altres a segon curs, perquè els recursos més bàsics són prerequisits per abordar els més complexos.

BLOCS	TÍTOL DEL BLOC DE RECURSOS
BLOC 1	MODEL ATOMICOMOLECULAR DE LA MATÈRIA
BLOC 2	MODELS ATÒMICS I DE L'ENLLAÇ QUÍMIC
BLOC 3	REACCIONS QUÍMIQUES. REACCIONS ÀCID-BASE. REACCIONS REDOX
BLOC 4	COMPOSTOS DEL CARBONI
BLOC 5	ENERGIA DE REACCIÓ I ESPONTANEÏTAT
BLOC 6	EQUILIBRI QUÍMIC I EQUILIBRI ÀCID-BASE
BLOC 7	VELOCITAT DE REACCIÓ
BLOC 8	ELECTROQUÍMICA

Bloc 1 Model atatomicomolecular de la matèria

Aquest primer bloc se centra en el concepte de substància o espècie química i en la modelització de l'estructura atatomicomolecular de les substàncies. El procés d'indagació parteix de qüestions com ara què caracteritza les substàncies químiques i quina és la composició i l'estructura interna de les substàncies. Es presta especial atenció a la representació de la composició i l'estructura de les substàncies mitjançant diagrames, models i fórmules, i a la definició de dos magnituds, la quantitat de substància i la massa molar, que permeten calcular quantitats de substància. Les propietats dels gasos, els líquids i els sòlids, i la modelització de la seva estructura, completen els aspectes de la matèria que s'aborden en aquest bloc, juntament amb els conceptes de concentració, solubilitat i propietats col·ligatives de les solucions.

BLOC 1**MODEL ATOMICOMOLECULAR DE LA MATÈRIA**

Què són les substàncies químiques i com s'obtenen?
Com podem identificar una substància desconeguda?
Com es donen els canvis d'estat d'una substància? Per què varien les seves propietats?
Quines evidències hi ha sobre la naturalesa atatomicomolecular de la matèria?
Com podem mesurar la quantitat de matèria en sòlids, líquids i gasos?
Com s'expliquen les propietats dels gasos?
Què passa quan es dissol sal en un got d'aigua?
Per què afegim sal a les carreteres quan neva?

I. FETS I CONCEPTES**1. Substàncies químiques**

- Concepte de substància o espècie química. Substàncies naturals i sintètiques.
- Extracció, separació i identificació d'espècies químiques.
- Substàncies elementals i compostos.

2. Teoria atatomicomolecular de la matèria

- Teoria atatomicomolecular de la matèria. Àtoms, molècules i ions. Estructures moleculars i estructures gegants.
- Massa atòmica relativa, massa molecular relativa i massa fórmula relativa.
- Significat de les fórmules. Nomenclatura bàsica segons les regles de la IUPAC.
- Primers intents de classificació periòdica dels elements.
- Quantitat de substància. El mol. La massa molar.

3. Model cineticomolecular dels gasos

- Model cineticomolecular dels gasos.
- Equació dels gasos ideals.

Líquids i sòlids

- Líquids: pressió de vapor i temperatura d'ebullició. Tensió superficial.
- Sòlids. Temperatura de fusió.
- Diagrama de fases.

4. Solucions

- Tipus de solucions.
- Formes d'expressar la composició d'una solució: percentatge en massa i en volum, ppm, concentració en massa i concentració en quantitat de substància.
- Mesura de la concentració per colorimetria.
- Concepte de solubilitat.
- Propietats col·ligatives de les solucions.

II. PROCEDIMENTS**C1**

- Elaboració del concepte de substància química.
- Diferenciació entre substàncies naturals i sintètiques.
- Elaboració dels models de substància elemental i substància composta d'acord amb la teoria atómico-molecular de la matèria.
- Elaboració d'argumentacions en relació amb les evidències disponibles sobre el caràcter atómico-molecular de la matèria.
- Diferenciació entre fets, hipòtesis, experiments, lleis, models i teories, prenent com exemple la teoria atómico-molecular de la matèria i la teoria cinético-molecular dels gasos.
- Diferenciació entre estructures multimoleculars i estructures gegants.
- Interpretació de les fórmules segons l'estructura de les substàncies.
- Formulació i nomenclatura d'algunes substàncies inorgàniques importants: òxids, hidrurs, hidròxids, àcids, sals, etc.
- Elaboració dels models estructurals dels sòlids, els líquids i els gasos d'acord amb el model cinético-copulscular.
- Elaboració del model d'un gas ideal i interpretació de les lleis experimentals dels gasos.
- Elaboració del model de diversos tipus de solució.

C2

- Obtenció d'una substància al laboratori mitjançant una síntesi.
- Indagació de la puresa d'una substància.
- Disseny de mètodes de separació de mesclures de substàncies i realització de separacions.
- Diferenciació experimental entre substàncies elementals i compostes.
- Indagació de la massa atòmica relativa d'un element.
- Indagació de la massa molecular relativa d'una substància volàtil.
- Indagació del volum d'una molècula i estimació de la constant d'Avogadro.
- Determinació de magnituds atòmiques i moleculars mitjançant càlculs.
- Determinació de fórmules empíriques i de la composició centesimal d'un compost.
- Predicció de la pressió, el volum, la massa i la quantitat d'un gas a través de l'equació d'estat d'un gas ideal.
- Resolució de problemes amb quantitats de substància i nombre de partícules.
- Resolució de problemes de preparació de solucions, utilitzant diverses maneres d'expressar la composició.
- Preparació al laboratori d'una solució líquida d'una concentració determinada.

C3

- Argumentació sobre la igualtat de propietats físiques i químiques de les substàncies naturals i de les substàncies sintètiques naturals.
- Identificació dels components d'un producte, com ara un medicament, destacant el component principal o component actiu.
- Identificació dels additius d'un producte alimentari.
- Debat sobre els riscos que pot comportar el consum d'alguns additius alimentaris per a la salut.
- Identificació de qüestions rellevants relacionades amb el tractament de les aigües.
- Proposta d'accions per disminuir l'impacte ambiental de la indústria química.

III. ACTITUDS I VALORS

- Presa de consciència de l'evolució històrica de la teoria atòmicomolecular de la matèria.
- Valoració de la importància del llenguatge químic en el desenvolupament de les teories químiques.
- Valoració de l'impacte de la química en el món actual.
- Valoració de la importància de la síntesi química en molts àmbits de la vida quotidiana.

Orientacions didàctiques del bloc

Els termes *substància química*, *espècie química* o *substància pura* són pràcticament equivalents; en canvi, cal diferenciar els significats de *substància natural*, *substància sintètica* i *substància artificial*. També cal tenir en compte les accepcions del terme *producte químic*.

Pel que fa al tractament de la teoria atòmicomolecular de la matèria, es recomana utilitzar un procés de modelització que parteixi de cercar una explicació per a les propietats dels estats físics de la matèria: gasós, líquid i sòlid. Això ens portarà a l'establiment del model cineticocorpuscular de les substàncies, que caldrà aplicar posteriorment a les solucions.

Tanmateix, per aprofundir en aquesta teoria, cal preguntar-se pel comportament diferent de les substàncies elementals i els compostos químics quan intentem descompondre'ls.

La diferenciació entre substàncies moleculars i substàncies formades per estructures gegants és molt important fer-la des de l'inici. Aquesta és una primera classificació estructural de les substàncies, que es pot continuar desenvolupant comparant les propietats de substàncies formades per estructures gegants covalents (tipus diamant o diòxid de silici), iòniques (tipus clorur de sodi) i metàl·liques (qualsevol dels metalls). Es recomana introduir aquests tres tipus d'estructures gegants abans d'aprofundir en els tipus d'enllaç que hi ha entre les partícules que les constitueixen.

Pel que fa als aspectes de química aplicada i la química i la societat, aquest bloc ens permet abordar aspectes com ara l'extracció de substàncies naturals i la síntesi de noves substàncies. Pel que fa a la naturalesa de la química, ens permet plantejar-nos qüestions referents a l'origen i l'evolució de les teories i models químics, i la importància del llenguatge químic simbòlic i dels models moleculars en química.

Bloc 2 Models atòmics i de l'enllaç químic

El bloc 2 tracta de trobar resposta a les preguntes següents: com és l'estructura interna dels àtoms, com es mantenen units en les molècules, com es mantenen units els àtoms, els ions o les molècules en els sòlids i els líquids, i com podem explicar les propietats dels tipus de sòlid en funció de la seva estructura i el seu enllaç. Per respondre a aquestes qüestions ens cal elaborar i usar models atòmics i models d'enllaç químic (covalent, iònic, metàl·lic, enllaç d'hidrogen) i de forces intermoleculars. Cal destacar que

la importància i els usos dels nous materials, com ara els nanomaterials, no es poden entendre sense les modelitzacions que es fan en aquest bloc de recursos.

BLOC 2**MODELS ATÒMICS I DE L'ENLLAÇ QUÍMIC**

Com són els àtoms per dins?
Quines aplicacions tenen els isòtops radioactius?
Com afecta la radioactivitat els éssers vius?
Per què els àtoms s'uneixen per formar molècules o estructures gegants?
Com es pot predir la geometria de les molècules?
Com podem explicar les propietats dels tipus de sòlids en funció de la seva estructura i el seu enllaç?
Es pot reorganitzar l'estructura dels materials per crear nous materials?
Què són i quines aplicacions tenen els nanomaterials?

I. FETS I CONCEPTES**1. Models atòmics**

- Primers models atòmics: de Thomson a Bohr.
- Energia de ionització i espectres atòmics d'absorció i emissió.
- Partícules subatòmiques: electrons, protons i neutrons.
- Isòtops. Fonament de l'espectroscòpia de masses.
- Isòtops radioactius.
- Model ondulatori de l'àtom. Distribució dels electrons per capes o nivells d'energia en els àtoms polieletrònics. Subnivells i orbitals.
- Taula periòdica moderna: grups i períodes.

2. L'enllaç en les molècules

- Model de Lewis d'enllaç covalent. Model físic d'interacció electrostàtica.
- Predicció de la valència mitjançant la regla de l'octet. Enllaços simples, dobles i triples.
- Energia d'enllaç i longitud d'enllaç.
- Enllaç covalent polar. Molècules polars.
- Predicció de la geometria molecular de molècules senzilles: model de repulsió de parells d'electrons de valència (MRPRV).
- Energia de vibració de les molècules i radiació infraroja.

3. L'enllaç en els sòlids

- Estructura i propietats dels sòlids moleculars. Forces intermoleculars. Enllaç d'hidrogen.
- Estructura i propietats dels sòlids covalents reticulars.
- Estructures i propietats de les estructures gegants iòniques. Model d'enllaç iònic.
- Estructura i propietats de les estructures gegants metàl·liques. Model d'enllaç metàl·lic.

II. PROCEDIMENTS

C1

- Interpretació de les experiències que van portar a l'elaboració dels primers models atòmics i al descobriment de les partícules subatòmiques.
- Anàlisi dels orígens històrics de la taula periòdica actual.
- Identificació de qüestions rellevants relacionades amb la modelització de l'àtom i de l'enllaç químic.
- Evidència experimental de l'existència de subnivells d'energia en els àtoms a partir de la variació de les energies d'ionització successives.
- Interpretació qualitativa dels espectres atòmics d'absorció i emissió de l'àtom d'hidrogen mitjançant l'ús del model ondulatori i corpuscular de la llum.
- Caracterització del model ondulatori de l'àtom i de la quantificació de l'energia i del concepte d'orbital.
- Representació de la deslocalització dels electrons mitjançant el model de núvol electrònic.
- Interpretació de la taula periòdica dels elements en funció de la seva configuració electrònica.
- Explicació de la periodicitat d'algunes propietats dels àtoms (volum atòmic, energia de ionització, electronegativitat) en funció de l'estructura electrònica.
- Elaboració dels models d'enllaç químic basant-se en les interaccions electrostàtiques entre electrons, nuclis, àtoms, ions i molècules.
- Argumentació dels fets experimentals en què es basen els models atòmics i de l'enllaç químic.
- Interpretació de l'energia d'enllaç en les molècules i en els tipus de sòlids.
- Interpretació de la polaritat de les molècules diatòmiques a partir del concepte d'electronegativitat.
- Modelització de les forces intermoleculars com interacció elèctrica entre molècules.
- Interpretació de les propietats dels tipus de sòlids en funció de la seva estructura i enllaç.
- Relació entre estructura, propietats i aplicacions d'alguns materials: metalls, ceràmiques, vidres, nanotubs, cristalls líquids.

C2

- Determinació del nombre d'electrons, protons i neutrons d'un àtom a partir del coneixement del nombre atòmic i del nombre màssic.
- Evidència dels isòtops a través de l'espectroscòpia de masses.
- Observació d'espectres atòmics d'emissió.
- Identificació de la informació que ens arriba de la radiació de l'univers.
- Determinació de la configuració electrònica d'un àtom a partir de les "regles de construcció" o distribució dels electrons.
- Predicció de les estructures de Lewis de molècules senzilles.
- Predicció de la geometria molecular a partir del model de repulsió de parells d'electrons de valència.
- Evidència experimental de les molècules polars.
- Predicció del caràcter polar de molècules.
- Indagació experimental de les propietats de diversos tipus de sòlids (moleculars, covalents, iònics i metàl·lics) i predicció de la seva estructura.
- Identificació dels grups funcionals de les molècules a partir d'espectres d'infrarojos o d'ultraviolats.

C3

- Identificació de la informació que ens arriba de la radiació de l'univers.
- Identificació del fonament físic i químic de moltes tècniques de diagnòstic mèdic actuals.
- Valoració dels avantatges i riscos que poden comportar les tècniques de diagnòstic mèdic actuals.
- Anàlisi de la importància de la geometria en les propietats químiques de les molècules en els aliments i les medicines.
- Anàlisi d'algunes de les tècniques analítiques de la química forense.
- Valoració de les tècniques analítiques de la química forense en les investigacions actuals.
- Argumentació dels beneficis i riscos dels materials radioactius.

III. ACTITUDS I VALORS

- Valoració de la importància dels models atòmics i moleculars per interpretar la informació que procedeix de les radiacions que ens arriben de l'univers.
- Valoració dels mètodes espectroscòpics com a fonts d'informació sobre l'estructura interna de la matèria.
- Valoració de la importància del coneixement de l'estructura atòmicomolecular en el disseny de nous materials.
- Valoració de la importància dels nous materials en diversos àmbits socials i tecnològics del món actual.
- Conscienciació dels beneficis i riscos dels materials radioactius.

Orientacions didàctiques del bloc

En la reconstrucció didàctica dels models atòmics de Thomson, Rutherford i Bohr, convé justificar les hipòtesis en relació amb les observacions o experiments que varen propiciar aquests models. També és important fer ressaltar el canvi profund de model que implica passar dels models basats en la física clàssica al model ondulatori, basat en la física quàntica. Cal fer ressaltar que aquest model no permet representar la posició de l'electró amb precisió. Per això, és important dedicar temps a comprendre el significat dels models de representació (models de núvol electrònic, de capes i d'orbitals) i dels conceptes de nivell, subnivell, orbital i spin dels electrons. Les configuracions electròniques dels àtoms cal relacionar-les amb la posició dels elements a la taula periòdica.

En la modelització dels tipus d'enllaç químic és important partir sempre d'un model interactiu electrostàtic i mostrar que tota unió química dona lloc a una disminució de l'energia potencial del sistema, tant si es forma una molècula com si es forma una estructura gegant o una estructura multimolecular. Es recomana començar per la modelització de l'enllaç en les molècules, per passar després a considerar l'enllaç en els sòlids moleculars, covalents, iònics i metàl·lics. Per a la predicció de la geometria de les molècules és extraordinàriament útil el model de repulsió dels parells d'electrons de valència. Aquestes geometries poden visualitzar-se gràcies a visualitzadors en línia, com ara el *Chemical Education Digital Library, Models 360*, que permeten observar la forma de les molècules en tres dimensions i apreciar molts dels seus paràmetres.

Les propietats dels sòlids ens poden suggerir hipòtesis sobre la naturalesa de les partícules que els constitueixen i el tipus d'interacció que s'hi estableix. És important tenir en compte que les forces de dispersió es donen en tot tipus de molècules, tant apolars com polars, i que la seva intensitat depèn del nombre d'electrons de la molècula. Les anomalies en els punts d'ebullició del fluorur d'hidrogen, l'aigua i l'amoníac poden servir de punt de partida per proposar l'existència d'enllaços d'hidrogen entre aquestes molècules.

Des del punt de vista de les aplicacions de la química, aquest bloc permet abordar la informació que ens arriba de l'univers gràcies a l'anàlisi espectroscòpica de la llum dels estels i les relacions entre l'estructura i les propietats d'alguns materials (metalls, semiconductors, materials ceràmics, vidre, etc.) i de nous materials com els nanotubs i el grafè. Des del punt de vista de la naturalesa de la química, ens ofereix la possibilitat de reflexionar sobre l'origen i l'evolució dels models químics atòmics i moleculars.

Bloc 3 Reaccions químiques

El tercer bloc aborda la modelització de la reacció química en general i de dos tipus de reaccions de gran importància: les reaccions àcid-base i les reaccions redox. Els recursos que formen part d'aquest bloc permeten representar l'estat inicial i final de les reaccions químiques i predir les quantitats de les substàncies que reaccionen o que es formen; abordar la investigació de moltes substàncies àcides o bàsiques que s'utilitzen en la vida quotidiana i que tenen la propietat de reaccionar neutralitzant-se, formant sals, i identificar i interpretar les reaccions d'oxidació-reducció, que inclouen processos tan importants com la combustió, l'oxidació dels metalls i la respiració.

BLOC 3

REACCIONS QUÍMIQUES. REACCIONS ÀCID-BASE. REACCIONS REDOX

Com podem obtenir noves substàncies?
Per què la matèria canvia i es transforma continuament?
Què és el que succeeix quan barregem dos substàncies químiques?
Podem predir la quantitat de producte que podem obtenir en una reacció?
Què és un àcid?
Es pot neutralitzar un àcid?
Per què alguns metalls es rovellan i d'altres no?
Per què es diu que les vitamines són antioxidants?

I. FETS I CONCEPTES

1. Reacció química: interpretació molecular

- Interpretació molecular d'una reacció química.
- Equació química. Coeficients estequiomètrics.

2. Càlculs de quantitats

- Càlculs estequiomètrics.

3. Reaccions àcid-base

- Propietats dels àcids i les bases.

- Teoria d'Arrhenius.
- Teoria de Brønsted-Lowry. Parells àcid-base conjugats.
- Àcids forts i febles, bases fortes i febles.
- Valoracions àcid-base.

4. Reaccions redox

- Les reaccions redox com a intercanvi d'electrons.
- Oxidants i reductors. Nombre d'oxidació.
- Concepte de parell oxidant-reductor.
- Valoracions redox.

II. PROCEDIMENTS

C1

- Elaboració d'un model molecular de reacció química.
- Representació d'una reacció química mitjançant una equació química i diagrames multimoleculars.
- Modelització dels àcids i de les bases d'acord amb la teoria d'Arrhenius.
- Identificació de reaccions àcid-base.
- Predicció dels productes de reaccions àcid-base.
- Modelització de les reaccions àcid-base d'acord amb la teoria de Brønsted-Lowry.
- Identificació de les limitacions i diferències entre els models d'Arrhenius i de Brønsted-Lowry.
- Caracterització de l'evolució del concepte d'oxidació des de la combinació amb l'oxigen a la pèrdua o separació parcial d'electrons.
- Elaboració del concepte de nombre d'oxidació.

C2

- Resolució de problemes estequiomètrics en reaccions en què intervenen sòlids, líquids, gasos i solucions.
- Identificació del reactiu limitant en una reacció.
- Diferenciació entre àcids i bases fortes i febles.
- Identificació d'àcids i bases conjugades.
- Predicció del caràcter complet o d'equilibri d'una reacció àcid-base.
- Determinació dels nombres d'oxidació dels elements que formen una espècie química.
- Identificació de reaccions redox i dels agents oxidants i reductors mitjançant la determinació de la variació dels nombres d'oxidació.
- Predicció dels productes de reaccions redox.

C3

- Identificació de qüestions rellevants en relació amb les reaccions químiques com a font d'obtenció de nous materials.
- Proposició d'accions per disminuir la contaminació produïda per l'extracció de matèries primeres i per l'obtenció i l'ús de substàncies i materials en la indústria química i en altres activitats humanes.
- Anàlisi de les causes i conseqüències de la pluja àcida.
- Debat sobre les possibles solucions per evitar la pluja àcida.

- Valoració de l'impacte dels radicals lliures i la radiació ultraviolada com a causa del dany cel·lular.

III. ACTITUDS I VALORS

- Valoració de la importància de les reaccions químiques en el món natural i la vida quotidiana.
- Presa de consciència de la contaminació que comporten determinats processos químics industrials.
- Presa de consciència de l'origen de la pluja àcida.
- Valoració de la utilitat dels àcids i les bases en la vida quotidiana i d'algunes reaccions redox.
- Valoració de les reaccions químiques com a fonament de molts mètodes analítics.

Orientacions didàctiques del bloc

Es recomana iniciar la modelització de les reaccions químiques prenent com a exemple una reacció entre molècules, com la formació de l'aigua, i interpretar la reacció mitjançant diagrames moleculars i multimoleculars abans de fer-ho mitjançant equacions químiques. També és molt convenient establir el concepte de reactiu limitant abans d'abordar la realització de càlculs estequiomètrics, mitjançant l'ús de diagrames multimoleculars del sistema reaccionant a l'inici i al final de la reacció. Es recomana fer els càlculs estequiomètrics mitjançant l'ús dels quocients de reacció. Convé justificar la importància en la vida quotidiana dels dos tipus de reacció que s'aborden en aquest bloc: les reaccions àcid-base i les reaccions redox.

La interpretació de les reaccions àcid-base requereix modelitzar prèviament les substàncies que classifiquem com a àcids i com a bases. Els conceptes d'àcid i de base es poden establir a partir de l'observació de les seves propietats característiques i del coneixement de les propietats i usos de molts productes de la vida quotidiana que són àcids i bases (productes de neteja, additius alimentaris, llevats artificials, etc.).

Un cop establerta la conceptualització empírica dels àcids i les bases, cal preguntar-se per la seva naturalesa, fet que requereix l'elaboració d'un model teòric. Revisar els models històrics que es van proposar per donar compte de les propietats dels àcids i de les bases –la teoria de Lavoisier, la teoria de Leibig– pot ser un bon inici. Posteriorment, cal reelaborar el model d'Arrhenius i el de Brønsted-Lowry.

El caràcter reversible de la transferència d'un protó en els àcids i les bases febles porta al concepte d'àcid i base conjugada. És una concepció alternativa comuna creure que la base conjugada d'un àcid feble és una base forta, o viceversa. Cal deixar clar que si un àcid és feble, la seva base conjugada també serà una base feble. També és important destacar que el caràcter de reacció completa, o d'equilibri de les reaccions àcid-base, depèn de la força relativa de l'àcid i la base que reaccionen.

La interpretació de les reaccions redox requereix partir d'una primera conceptualització d'aquestes reaccions com un procés d'intercanvi d'oxigen. L'anàlisi de la transferència o el desplaçament parcial d'electrons que tenen lloc en aquestes reaccions ens permet tornar a conceptualitzar-les com a reaccions en què hi ha un intercanvi d'electrons.

En primer lloc, es pot centrar l'atenció en les reaccions en què una espècie perd electrons (s'oxida) i una altra guanya electrons (es redueix) i, posteriorment, es pot ampliar el concepte d'oxidació-reducció. Aquest és el moment adequat per introduir el concepte de nombre d'oxidació, que permet identificar amb gran facilitat quina és l'espècie que s'oxida (agent reductor) i quina és l'espècie que es redueix (agent oxidant) en una reacció redox.

Pel que fa a les aplicacions de la química, els productes domèstics que són àcids o bases, la pluja àcida, la corrosió dels metalls i els processos metal·lúrgics són exemples de processos que permeten destacar la importància d'aquestes reaccions en el nostre entorn. En relació amb la naturalesa de la química, la comparació entre les teories d'Arrhenius i de Brønsted-Lowry és una ocasió perfecta per reflexionar sobre els àmbits d'aplicació dels models químics.

Bloc 4 Compostos del carboni

El bloc 4 aborda la diversitat, l'estructura i les propietats dels compostos de carboni. En particular, es plantegen qüestions com ara: què caracteritza els compostos de carboni?, per què les biomolècules són compostos de carboni?, quins hidrocarburs s'obtenen de la destil·lació del petroli?, com es pot classificar la diversitat de compostos orgànics?, etc. Es parteix dels hidrocarburs que s'obtenen a partir del gas natural i de la destil·lació del petroli, i s'estudien les funcions orgàniques, els tipus d'isomeria i l'obtenció d'un medicament com exemple de síntesi orgànica. Pel que fa als polímers, s'indaga la relació que hi ha entre propietats, estructura i aplicacions dels polímers sintètics, i, per acabar, es dedica una atenció especial a les macromolècules biològiques.

BLOC 4

COMPOSTOS DEL CARBONI

Quines diferències hi ha entre la matèria orgànica i la inorgànica?

Per què la vida està basada en la química del carboni?

Quins productes podem obtenir del petroli?

Què són els polímers?

Què són els plàstics?

Quines són les aplicacions de la química orgànica?

Per què en química orgànica parlem de famílies de compostos?

Què vol dir que un greix és saturat o insaturat?

I. FETS I CONCEPTES

1. Compostos del carboni

- Evolució històrica i importància de la química orgànica.
- Hidrocarburs. Alcans, alquens i alquins. Hidrocarburs aromàtics. Fórmules moleculars, desenvolupades i semidesenvolupades planes. Formulació i nomenclatura bàsica dels hidrocarburs. Modificació de la cadena carbonada.
- Grups funcionals. Formulació i nomenclatura dels compostos halogenats, oxigenats i nitrogenats més senzills. Relació entre estructura i propietats.
- Isomeria estructural de cadena, de posició i de grup funcional. Estereoisomeria.
- Síntesi d'una substància química orgànica.

2. Polímers

- Polímers. Propietats, estructura i aplicacions.
- Polímers d'addició i de condensació.
- Macromolècules naturals d'interès biològic.

II. PROCEDIMENTS

C1

- Identificació de les funcions orgàniques.
- Relació entre propietats i estructura dels compostos del carboni.
- Identificació dels tipus d'isomeria.
- Formulació i nomenclatura bàsica dels compostos orgànics.
- Ús de diversos tipus de fórmules i models moleculars per a la representació de les molècules orgàniques.
- Ús de visualitzadors en línia per a l'observació de l'estructura de les molècules orgàniques.
- Predicció de les molècules isòmeres d'un compost orgànic.
- Caracterització de les macromolècules naturals d'interès biològic.
- Diferenciació entre reaccions de polimerització per addició i per condensació.

C2

- Caracterització de les propietats d'un bon combustible per a motors de combustió: poder calorífic i índex d'octà.
- Indagació dels processos per millorar les gasolines: craqueig, isomerització i reformat.
- Obtenció i identificació experimental d'alguns polímers.
- Indagació dels processos de recerca en la indústria farmacèutica que condueixen al descobriment de nous medicaments fonamentals en la lluita contra les malalties.

C3

- Debat sobre la importància en la vida quotidiana dels productes i materials obtinguts a partir dels derivats del petroli.
- Avaluació argumentada de les alternatives a la gasolina: els biocombustibles i els cotxes elèctrics.
- Anàlisi dels avantatges i inconvenients de l'ús dels fertilitzants i els pesticides.
- Argumentació de la necessitat de reduir els residus plàstics i d'investigar polímers ecològics.
- Anàlisi de la possible toxicitat dels additius químics en relació amb la salut dels consumidors.
- Debat sobre els condicionants econòmics de la indústria farmacològica en la recerca de nous fàrmacs.

III. ACTITUDS I VALORS

- Valoració de la importància del petroli i dels productes que s'obtenen per a l'economia mundial.
- Valoració de la contaminació generada pels motors de combustió i dels mètodes per reduir-la.
- Valoració de la importància de la síntesi orgànica en la producció de nous medicaments.
- Valoració de l'agricultura ecològica com a font d'aliments més saludables.

Orientacions didàctiques del bloc

El petroli i el gas natural són la matèria primera d'un gran nombre d'hidrocarburs. És important fer ressaltar que la destil·lació fraccionada del petroli és un procés físic, mentre que el craqueig, el reformat i la isomerització que s'utilitzen per obtenir gasolines del nombre d'octans adequat són processos químics. Un bon exemple de problema CTS (ciència, tecnologia i societat) en relació amb la gasolina és el problema de la contaminació provocada pels gasos que desprenen els tubs d'escapament dels automòbils. Cal insistir en el fet que l'efecte d'hivernacle és un fenomen natural sense el qual la temperatura de la Terra seria massa baixa per a la vida; el problema és l'excés de CO_2 d'origen antròpic, que produeix un sobreescalfament de la Terra.

Per a l'aprenentatge dels grups funcionals principals (alcohols, èters, aldehids, cetones, àcids carboxílics, èsters, halogenurs d'alquil, amines i amides) convé partir d'exemples de substàncies concretes i de les seves propietats i aplicacions. És important que els alumnes aprenguin la nomenclatura sistemàtica de la IUPAC per anomenar els compostos més senzills, però també els noms més comuns d'alguns compostos que es troben amb freqüència en la vida quotidiana (etilè, acetilè, toluè, etc.). Convé introduir la nomenclatura paral·lelament a l'estudi de cada família de compostos, en lloc de fer-ho tot d'una. Pel que fa a les maneres de representar les fórmules moleculars desenvolupades, cal advertir els alumnes que en la bibliografia és freqüent trobar fórmules estructurals simplificades que ometen els àtoms de carboni i els d'hidrogen que hi estan units. Convé insistir en el fet que les fórmules desenvolupades de les molècules orgàniques no reflecteixen, en general, la geometria de les molècules, per la qual cosa és recomanable usar fórmules en tres dimensions i models moleculars de boles compactes, i de boles i pals, per representar-les. També és molt convenient treballar amb visualitzadors en línia d'estructures moleculars (per exemple, Jmol), als quals es pot accedir a través d'Internet.

Bloc 5 Energia de reacció i espontaneïtat

El bloc 5 aborda dos aspectes importants de la reacció química: l'energia de reacció i l'espontaneïtat. Només cal pensar, per exemple, en l'energia tèrmica que s'allibera en les reaccions de combustió o l'energia lliure que s'utilitza per obtenir energia elèctrica en una pila electroquímica. D'on prové l'energia de les reaccions? La interpretació de l'energia absorbida o alliberada en les reaccions químiques implica

prosseguir la modelització de les reaccions químiques iniciada en el bloc 3, ara des del punt de vista de la variació d'energia que es produeix en una reacció química com a conseqüència de la ruptura i formació d'enllaços en les molècules o estructures gegants que constitueixen els reactius i els productes de la reacció, respectivament. L'altra qüestió important que s'aborda en aquest bloc és trobar un criteri per predir l'espontaneïtat de les reaccions químiques. Establir si una reacció és espontània o no té molta importància, ja que, en cas que no ho sigui, ens podem estalviar la recerca de catalitzadors per obtenir els productes.

BLOC 5**ENERGIA DE REACCIÓ I ESPONTANEÏTAT**

Podem obtenir energia d'una reacció química?
Podem obtenir calor o fred instantàniament amb les reaccions químiques?
Per què certes reaccions químiques són espontànies i d'altres no es poden produir mai?
Com es pot mesurar l'energia de les reaccions?
És cert que l'univers tendeix al desordre?

I. FETS I CONCEPTES**1. Energia de reacció**

- Energia interna i entalpia d'una substància.
- Entalpia de reacció. Determinació experimental de les entalpies de reacció.
- Diagrames d'entalpia. Entalpia estàndard de formació d'un compost. Llei de Hess.
- Energia d'enllaç. Factors dels quals depèn l'energia d'un enllaç: longitud, polaritat i caràcter simple, doble o triple de l'enllaç.
- Interpretació molecular de l'entalpia de reacció: ruptura i formació d'enllaços.

2. Espontaneïtat

- Visió qualitativa dels factors que regulen l'espontaneïtat de les reaccions.
- Entropia de reacció i variació d'entropia de l'univers.
- Energia lliure de Gibbs i treball útil.

II. PROCEDIMENTS**C1**

- Modelització del concepte d'energia interna d'una substància a escala microscòpica.
- Elaboració del concepte d'entalpia d'una substància.
- Elaboració del concepte d'entalpia de reacció.
- Visualització de l'entalpia d'una reacció mitjançant un diagrama d'entalpies.
- Construcció de diagrames de nivells d'entalpia per a una sèrie de reaccions.
- Modelització de l'energia de reacció en funció de l'energia dels enllaços.
- Indagació dels factors dels quals depèn l'energia d'un enllaç: longitud, polaritat i caràcter simple, doble o triple.
- Indagació del criteri d'espontaneïtat de les reaccions químiques.

- Elaboració dels conceptes d'entropia i energia lliure de Gibbs.

C2

- Determinació experimental de l'energia d'una reacció.
- Comparació experimental de l'entalpia de combustió de diversos alcohols.
- Determinació de l'entalpia estàndard d'una reacció a partir de les entalpies de formació dels compostos.
- Càlcul de l'energia d'un enllaç a partir d'energies d'atomització.
- Càlcul de l'energia lliure de Gibbs estàndard d'una reacció química.
- Càlcul del treball útil que es pot obtenir d'una reacció química.

C3

- Conscienciació de la importància de les reaccions químiques com a font d'energia.
- Valoració dels tipus d'obtenció d'energia en relació amb la seva eficiència i el seu impacte mediambiental.
- Argumentació dels inconvenients mediambientals i energètics de la crema de combustibles fòssils per a l'obtenció d'energia.
- Valoració del baix rendiment energètic de reaccions químiques de combustió per obtenir energia elèctrica en relació amb les reaccions electroquímiques.

III. ACTITUDS I VALORS

- Conscienciació de la importància de les reaccions químiques com a font d'energia.
- Conscienciació de la importància de l'eficiència energètica en els processos d'obtenció d'energia.
- Valoració de la influència de l'ús dels combustibles fòssils en el canvi climàtic.
- Valoració de les piles de combustibles com a fonts d'energia més eficients i menys contaminants.
- Valoració de la importància del coneixement dels factors que afecten l'equilibri químic en la síntesi de productes químics.

Orientacions didàctiques del bloc

Una reacció implica ruptura i formació de nous enllaços i, per tant, dona lloc a una variació de l'energia interna del sistema reaccionant. Cal que els alumnes comprenguin que el caràcter endotèrmic o exotèrmic d'una reacció química depèn del balanç energètic dels enllaços que es trenquen i es formen. Els alumnes han de tenir clar que com més fort és un enllaç, més gran és l'energia que cal aportar per trencar-lo, o bé més gran és l'energia que es desprèn quan es forma. Tanmateix, per fer el balanç energètic d'una reacció cal tenir en compte no només l'energia dels enllaços sinó també el nombre d'ells que es trenquen o es formen.

Es recomana introduir el concepte d'entalpia d'una substància abans d'abordar la variació d'entalpia d'una reacció i, a continuació, definir l'entalpia d'una reacció com la diferència entre l'entalpia dels productes i la dels reactius. Només quan s'hagi fet això, és

convenient mostrar que la variació d'entalpia de la reacció és igual a l'energia transferida durant la reacció quan aquesta transcorre a pressió constant.

És molt recomanable la utilització de diagrames de nivells d'entalpia per visualitzar la llei de Hess i la seva aplicació per determinar les entalpies estàndard de reacció. Aquest mètode gràfic és molt més conceptual que el mètode algebraic, que, malgrat la seva facilitat d'aplicació, pot fer-se servir d'una manera mecànica sense prestar atenció a la seva comprensió.

El primer criteri termodinàmic que es va utilitzar per predir l'espontaneïtat de les reaccions químiques va ser el seu caràcter exotèrmic. Tanmateix, hi ha reaccions que són endotèrmiques i també són espontànies. Per tant, cal indagar quina és la propietat termodinàmica que pot servir de criteri general. Aquesta propietat és l'entropia de l'univers. Es recomana tractar de forma qualitativa els factors dels quals depèn l'entropia d'una substància: la temperatura, el volum, l'estat d'agregació i la seva estructura interna (intensitat dels enllaços, massa dels àtoms o molècules que la formen i complexitat química).

Cal mostrar que el criteri d'espontaneïtat d'una reacció és la variació de l'entropia de l'univers, però que, en els processos que transcorren a pressió i temperatura constants, és útil substituir-la per la variació de l'energia lliure de Gibbs de la reacció perquè d'aquesta manera ens estalviem calcular la variació de l'entropia de l'entorn. Convé destacar que l'energia lliure de Gibbs mesura el treball útil que es pot obtenir d'una reacció química.

Bloc 6 Equilibri químic i equilibri àcid-base

Certes reaccions químiques s'aturen abans de completar-se, és a dir, progressen fins a un punt en què les concentracions dels reactius i els productes es mantenen constants. El bloc 6 tracta d'aquest tipus de reaccions, les reaccions d'equilibri, cercant resposta a qüestions com: per què hi ha reaccions completes i d'altres que són d'equilibri?, com podem predir en quin sentit evolucionarà una reacció d'equilibri? i com podem desplaçar l'estat d'equilibri d'una reacció en un sentit determinat? Aquesta última qüestió és de gran importància pràctica, ja que si es vol obtenir un producte a partir d'una reacció d'equilibri amb un bon rendiment, cal aconseguir que l'equilibri de la reacció es desplaci al màxim cap als productes. A banda de les reaccions entre gasos, s'investiguen les reaccions àcid-base d'equilibri en solució aquosa. Això permet aprofundir en el model d'àcid i de base de Brønsted i Lowry introduït en el bloc 3 de reaccions químiques.

BLOC 6

EQUILIBRI QUÍMIC I EQUILIBRI ÀCID-BASE

Les reaccions químiques tenen lloc en un sol sentit? Podem canviar el sentit de les reaccions químiques?

Per què algunes reaccions químiques consumeixen tots els reactius i d'altres no?

A què ens referim quan parlem d'equilibri químic?

Per què els refrescos carbonatats desprenen gas quan desenrosquem el tap per primer cop?

Què és el pH i què vol dir que una solució és neutra?

Què és la pluja àcida i com es forma?

Com es formen les estalactites?

Quina és la causa de l'emblanquiment progressiu del corall?

I. FETS I CONCEPTES

1. Equilibri químic

- Característiques d'un sistema químic en equilibri. Equilibris homogenis i heterogenis.
- Constants d'equilibri en sistemes homogenis, K_c i K_p . Relació entre K_p i K_c .
- Utilitat de la constant d'equilibri i del quocient de reacció, Q_c . Càlcul de les concentracions d'equilibri.
- Factors que influeixen en l'equilibri: canvis de concentració, de pressió i de temperatura.

2. Equilibri químic àcid-base

- Autoionització de l'aigua. Producte iònic de l'aigua, K_w i pK_w . Definició i escala de pH.
- Constant d'acidesa, K_a i pK_a . Constant de basicitat, K_b i pK_b . Relació entre la K_a d'un àcid i la K_b de la seva base conjugada.
- Càlcul del pH en solucions d'àcids, bases i sals.
- Concepte qualitatiu de solució amortidora del pH.

3. Valoracions àcid-base

- Valoracions àcid-base. Interval de viratge d'un indicador àcid-base.
- Corba de valoració d'un àcid fort amb una base forta.
- Diferència amb la corba de valoració entre un àcid i una base feble, o viceversa.
- Determinació del punt final d'una valoració per conductimetria.

II. PROCEDIMENTS

C1

- Identificació de les característiques dels equilibris químics homogenis i heterogenis.
- Modelització de l'equilibri químic.
- Diferència entre estat estacionari i estat d'equilibri.
- Indagació dels factors que influeixen en un equilibri químic.
- Predicció del desplaçament de l'estat d'equilibri per causa de canvis en la concentració, la pressió i la temperatura.
- Caracterització de l'equilibri iònic d'autoionització de l'aigua.
- Diferència entre àcids forts i solucions àcides concentrades.
- Comparació de la força relativa d'àcids i bases mitjançant les constants d'acidesa i basicitat.
- Modelització del comportament d'una solució amortidora enfront dels canvis de pH.

C2

- Expressió de la constant d'equilibri: K_c i K_p .
- Predicció del sentit d'evolució d'una reacció química mitjançant el càlcul del quocient de reacció

i la comparació amb la constant d'equilibri.

- Càlcul de les concentracions en l'equilibri a partir de la constant d'equilibri i les concentracions inicials.
- Càlcul de K_p a partir de K_c i viceversa en una reacció d'equilibri entre gasos.
- Predicció qualitativa i justificació del pH en solucions d'àcids, bases i sals.
- Càlcul del pK_a d'un àcid a partir del pK_b de la seva base conjugada i viceversa.
- Càlcul del pH de diverses solucions d'àcids, bases i sals.
- Investigació de la variació del pH en diluir un àcid fort i un àcid feble.
- Observació de la capacitat reguladora del pH d'algunes solucions.
- Observació i interpretació teòrica dels canvis de color de diversos indicadors àcid-base.
- Obtenció de la corba de valoració d'una reacció àcid-base i determinació experimental del punt final.
- Diferenciació entre punt final i punt d'equivalència d'una valoració.

C3

- Valoració dels factors que afecten l'equilibri químic de reaccions de gran importància industrial com ara la síntesi de l'amoníac.
- Anàlisi de la influència del pH en moltes reaccions químiques que transcorren en l'atmosfera, la hidrosfera, l'escorça terrestre i la biosfera.
- Valoració de la importància de la solució reguladora $CO_2/HCO_3^-/CO_3^{2-}$ en sistemes com la sang i els oceans.
- Argumentació de la importància del pH en molts productes i processos químics com els cosmètics, els productes de neteja, la conservació dels aliments, etc.
- Debat sobre les normes de precaució que cal tenir presents en la utilització dels àcids i les bases fortes.

III. ACTITUDS I VALORS

- Valoració de la importància del coneixement dels factors que afecten l'equilibri químic en la síntesi de productes químics.
- Valoració del concepte d'equilibri químic per comprendre molts processos que tenen lloc a l'atmosfera, la hidrosfera, l'escorça terrestre i els éssers vius.
- Valoració del paper de l'equilibri $CO_2/HCO_3^-/CO_3^{2-}$ en la sang i el mar com a solució reguladora del pH.
- Valoració de la importància del pH en l'agricultura, en els productes cosmètics, en els productes de neteja i en la conservació dels aliments.

Orientacions didàctiques del bloc

És important diferenciar entre els conceptes d'estat estacionari, que es produeix en sistemes oberts, i d'equilibri, que es dona només en sistemes tancats. Cal insistir en el caràcter dinàmic de l'equilibri químic.

El tractament quantitatiu de l'equilibri requereix introduir des del principi el quocient de reacció i la constant d'equilibri. Cal fer ressaltar que la posició d'equilibri, és a dir, les

concentracions de les substàncies en l'equilibri, no depèn només del valor de la constant d'equilibri sinó també de les concentracions inicials i de la pressió del sistema, si és una reacció entre gasos i hi ha variació en el nombre de mols gasosos en produir-se la reacció. També és important diferenciar els equilibris homogenis i els heterogenis i expressar la constant d'equilibri en els dos casos.

Encara que no es pugui tractar de manera quantitativa, és recomanable relacionar l'estat d'equilibri d'una reacció amb l'estat en què l'energia lliure de Gibbs és mínima. La comparació dels diagrames d'energia lliure de Gibbs en funció del progrés de la reacció per a una reacció completa i una d'equilibri és de molta utilitat per visualitzar aquesta relació.

El principi de Le Chatelier permet predir qualitativament en quin sentit es desplaça una reacció després que es produeixi una pertorbació externa que alteri la posició d'equilibri inicial. Tanmateix, és preferible fer aquesta predicció atenent els canvis provocats en el quocient de reacció o en la constant d'equilibri.

En aplicar el principi de Le Chatelier, cal anar amb cura amb la formulació del principi distingint clarament entre magnituds extensives (quantitat de substància, calor, volum) i propietats intensives (concentració, temperatura i pressió) en el moment d'expressar verbalment la variable externa que produeix la pertorbació i la variable intensiva del sistema que canvia. En qualsevol cas, aquesta predicció sempre s'ha de justificar posteriorment analitzant la variació del quocient de reacció o de la constant d'equilibri (si es varia la temperatura).

La força relativa dels àcids i les bases febles en solució aquosa es pot estimar quantitativament mitjançant el valor de la seva constant d'acidesa o basicitat. D'aquesta manera podem abordar quantitativament les prediccions qualitatives que fèiem en el bloc 3 sobre les reaccions àcid-base.

És important evitar la interpretació del procés de dissolució d'una sal àcida o bàsica com una reacció d'hidròlisi, un concepte innecessari en la teoria de Brønsted-Lowry.

En les valoracions àcid-base és important diferenciar entre punt final i punt d'equivalència. L'equilibri $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ en l'aigua del mar i en la sang són dos exemples excel·lents per comprendre la importància de les solucions reguladores de pH en la biologia i la química del mar.

Bloc 7 Velocitat de reacció

El bloc 7 aborda la velocitat a la qual transcorren les reaccions químiques, plantejant qüestions com la manera de mesurar la velocitat de les reaccions i els factors dels quals depèn la velocitat de reacció. Aquesta qüestió és important perquè la utilització industrial de les reaccions per obtenir productes químics depèn del fet que es puguin portar a terme amb una velocitat suficientment alta. Però l'interès de la cinètica de les reaccions no és només pràctic, sinó que és també teòric, ja que permet establir el mecanisme de les reaccions, és a dir, la seqüència de passos elementals moleculars a través dels quals té lloc una reacció. La interpretació teòrica de la manera com tenen lloc els canvis químics a escala molecular constitueix el grau més alt de coneixement del canvi químic.

BLOC 7**VELOCITAT DE REACCIÓ**

Per què algunes reaccions químiques succeeixen en segons i d'altres triguen anys?
Podem accelerar les reaccions químiques i quins avantatges pot comportar?
Com té lloc una reacció química a escala molecular?
Per què es va deixar d'utilitzar els gasos CFC en aerosols i en alguns electrodomèstics?
Per què es donen reaccions químiques en els éssers vius que teòricament serien impossibles?
Com actuen els conservants alimentaris?
Què és una reacció química en cadena?

I. FETS I CONCEPTES**1. Velocitat de reacció**

- Definició de la velocitat de reacció.
- Variació de la velocitat de la reacció en funció de la concentració dels reactius i de la temperatura.
- Interpretació de la velocitat de reacció: teoria de col·lisions i teoria de l'estat de transició.
- Mecanisme d'una reacció: seqüència de passos elementals.
- Reaccions en cadena.
- Catàlisi. Característiques d'un catalitzador.

II. PROCEDIMENTS**C1**

- Modelització del mecanisme molecular de les reaccions químiques.
- Elaboració d'un model interpretatiu cinetico-molecular de la velocitat de les reaccions químiques en fase gasosa.
- Elaboració d'un model interpretatiu de la velocitat de les reaccions químiques a una escala atómico-molecular.
- Identificació dels passos elementals que constitueixen el mecanisme d'una reacció.
- Modelització de la funció dels catalitzadors.
- Modelització de les reaccions en cadena.

C2

- Determinació experimental de la velocitat d'una reacció química.
- Identificació de l'ordre de reacció d'una reacció química.
- Càlcul de la constant de velocitat d'una reacció química.
- Indagació dels factors que influeixen en la velocitat d'una reacció química.
- Indagació de la funció dels catalitzadors de triple via dels vehicles, la catàlisi enzimàtica i l'acció dels CFC sobre la capa d'ozó.

C3

- Identificació de les reaccions en cadena i les reaccions catalitzades més importants en el medi ambient, els éssers vius i la indústria química.
- Anàlisi de la importància dels catalitzadors de triple via en la disminució de la contaminació produïda pels automòbils.
- Identificació de les reaccions en cadena que intervenen en la destrucció de la capa d'ozó.
- Argumentació de les evidències que varen portar a descobrir les causes de la destrucció de la capa d'ozó.
- Valoració del paper dels inhibidors en la conservació dels aliments.

III. ACTITUDS I VALORS

- Presa de consciència de l'existència de diversos models per interpretar la velocitat de les reaccions químiques.
- Valoració de la importància del coneixement dels factors que afecten la velocitat de les reaccions químiques en la síntesi de productes químics.
- Valoració de la funció dels catalitzadors en la síntesi de noves substàncies i en els processos químics per disminuir la contaminació, per exemple els catalitzadors de tres vies dels tubs d'escapament dels automòbils.
- Valoració de la funció dels catalitzadors (enzims) en les reaccions bioquímiques.

Orientacions didàctiques del bloc

Cal definir la velocitat d'una reacció homogènia en etapes successives fins a obtenir una definició que sigui independent del reactiu o el producte que es pren com a referència per determinar la variació de la seva concentració. Cal també fer ressaltar la diferència entre la velocitat instantània d'una reacció i la velocitat mitjana en un interval de temps. La determinació gràfica de la velocitat instantània en una gràfica concentració-temps és una activitat de gran interès per a la comprensió d'aquest concepte. També és recomanable definir la velocitat en el cas d'una reacció heterogènia.

La indagació dels factors que afecten la velocitat d'una reacció (concentració dels reactius, temperatura i catalitzadors) és una activitat fonamental. La reacció del carbonat amb l'àcid clorhídric és un bon exemple de reacció per poder fer aquesta investigació. En la determinació de l'equació de velocitat d'una reacció cal advertir que els ordres de reacció no han de ser necessàriament enters positius sempre i que la constant de velocitat varia amb la temperatura. D'altra banda, cal deixar clar que l'equació d'Arrhenius que mostra la relació entre la constant de velocitat i la temperatura és una equació experimental. Cal diferenciar espontaneïtat termodinàmica i espontaneïtat cinètica. Moltes reaccions són possibles termodinàmicament, però són tan lentes que no es produeixen a la pràctica tret que es trobi un catalitzador adequat.

És important que els alumnes s'adonin que la majoria de les reaccions no tenen lloc en un sol pas o procés elemental, sinó que cal una seqüència de passos elementals, que és el que s'anomena mecanisme de la reacció. Cal tenir en compte que el fet que

una equació de velocitat obtinguda experimentalment coincideixi amb la deduïda a partir d'un mecanisme proposat no és una prova definitiva que sigui correcte. Podria ser que un altre mecanisme portés a la mateixa equació de velocitat.

Convé diferenciar clarament les dos teories que s'utilitzen per interpretar la constant de velocitat d'un pas elemental –la teoria de col·lisions i la teoria de l'estat de transició–, evitant la utilització de models híbrids que portin a confusió. Els dos models proporcionen interpretacions complementàries de la velocitat de la reacció i del significat de l'energia d'activació. Pel que fa al factor preexponencial A de l'equació d'Arrhenius, n'hi ha prou amb relacionar-lo amb la freqüència de les col·lisions i la mida de les molècules.

Les reaccions catalitzades i les reaccions en cadena són dos exemples de reaccions que tenen en comú una seqüència cíclica de passos elementals. El catalitzador o l'iniciador d'una reacció en cadena ha de participar com a mínim en un dels passos elementals i ha de ser regenerat en un pas posterior.

Els catalitzadors que porta el convertidor catalític d'un automòbil és un bon exemple de catàlisi heterogènia d'importància mediambiental. Els enzims són un altre exemple importantíssim de catalitzadors, en aquest cas de les reaccions químiques que tenen lloc en els éssers vius. Per acabar, l'explicació del mecanisme de destrucció de la capa d'ozó constitueix un bon exemple per il·lustrar el mecanisme d'una reacció en cadena i la importància de la llum en algunes reaccions químiques.

Bloc 8 Electroquímica

En aquest bloc s'aborda la problemàtica de com obtenir energia elèctrica a través de les reaccions químiques espontànies, en dispositius que s'anomenen piles químiques, i de com utilitzar l'energia elèctrica per forçar reaccions químiques no espontànies, en dispositius que s'anomenen cel·les electrolítiques. Prèviament s'estudien les solucions iòniques, ja que tant les piles com l'electròlisi impliquen reaccions redox heterogènies en què uns elèctrodes estan en contacte amb una solució iònica conductora. La mesura de la força electromotriu estàndard de les piles permet establir una escala de potencials d'elèctrode de reducció, que són útils per fer prediccions sobre l'espontaneïtat de les reaccions redox. Des d'un punt de vista pràctic, les piles tenen un gran interès com a font d'energia per a dispositius portàtils o mòbils, i l'electròlisi té grans aplicacions en els camps de l'obtenció d'elements químics i dels recobriments electrolítics.

BLOC 8

ELECTROQUÍMICA

Per què l'aigua salada condueix bé l'electricitat?

Podem obtenir energia elèctrica a partir d'una reacció química?

Com funciona una pila?

Com podem emmagatzemar energia elèctrica mitjançant una reacció química?

L'electroquímica pot donar una solució a l'esgotament dels combustibles fòssils?

Com podem obtenir hidrogen a partir de l'aigua?

Com s'aconsegueixen piles de diversos voltatges?

Com es pot evitar la corrosió dels metalls?

I. FETS I CONCEPTES

1. Solucions iòniques

- Solucions electrolítiques. Electròlits moleculars i iònics.
- Conductivitat d'una solució iònica.

2. Piles

- Piles galvàniques. Semireaccions redox que tenen lloc en una pila electroquímica.
- Força electromotriu (FEM) d'una pila. Notació d'una pila. Tipus de semipiles.
- Potencials d'elèctrode estàndard. Elèctrode de referència.
- FEM d'una pila a partir dels potencials d'elèctrode.
- Relació entre la FEM i l'energia lliure de Gibbs de la reacció.
- Piles de combustible.

3. Electròlisi

- Electròlisi de sals foses i en solució aquosa.
- Càlculs estequiomètrics en processos electrolítics.

II. PROCEDIMENTS

C1

- Diferenciació conceptual entre electròlits moleculars i iònics.
- Identificació dels elèctrodes d'una pila i de les semireaccions que hi tenen lloc.
- Elaboració del concepte de força electromotriu.
- Modelització del funcionament d'una pila electroquímica.
- Escripció de la notació simbòlica d'una pila.
- Elaboració del concepte de potencial d'elèctrode i càlcul de la FEM d'una pila a partir dels potencials d'elèctrode.
- Modelització de l'electròlisi de sals foses i de sals dissoltes en aigua.

C2

- Construcció d'una pila i determinació experimental de la FEM.
- Càlcul de l'energia lliure de Gibbs d'una reacció redox a partir de la FEM.
- Realització experimental d'una electròlisi.
- Càlculs de quantitats en un procés electrolític.
- Investigació de la composició dels tipus d'acer i del seu procés de fabricació.
- Investigació experimental de mètodes per evitar la corrosió de metalls.
- Investigació del procés industrial d'obtenció de clor i lleixiu a partir de l'electròlisi de la salmorra.

C3

- Identificació de preguntes rellevants relatives a la importància dels processos electrolítics.
- Anàlisi de la importància de les piles com a fonts d'energia en molts aparells tecnològics de la vida quotidiana.
- Anàlisi de l'electròlisi com a mètode d'obtenció d'algunes substàncies elementals com l'alumini i el clor, i com a mètode de recobriment electrolític.
- Avaluació argumentada del futur de les piles de combustible.

III. ACTITUDS I VALORS

- Presa de consciència de la importància de l'electroquímica en la producció de metalls i aliatges.
- Valoració de la importància econòmica d'evitar la corrosió dels metalls.
- Valoració de l'obtenció electrolítica del clor i el lleixiu com a substàncies importants en els processos de desinfecció i esterilització d'aigües i materials.
- Valoració de la importància de l'hidrogen com a font d'energia en substitució dels combustibles fòssils.

Orientacions didàctiques del bloc

El fonament d'una pila és separar a l'espai les semireaccions d'oxidació i de reducció d'una reacció redox, de manera que els electrons s'hagin de desplaçar a través d'un conductor metàl·lic. Convé assegurar que els alumnes comprenen el paper del pont salí com a element que tanca el circuit de la pila. També és important que els alumnes sàpiguin passar amb facilitat de l'equació redox a la notació de la pila corresponent, i viceversa.

Cal comprendre el valor relatiu del potencial estàndard de reducció, que es defineix com la FEM estàndard d'una pila formada per la semipila corresponent i l'elèctrode estàndard d'hidrogen, al qual s'atribueix arbitràriament un potencial estàndard de reducció zero. El signe del potencial de reducció de la semipila correspon al signe de l'elèctrode. Els potencials de reducció mesuren la tendència d'una espècie química a reduir-se. Convé que els alumnes compreguin que com més gran és el valor del potencial de reducció, més gran és la tendència a reduir-se de l'espècie química.

El coneixement dels potencials de reducció ens permet calcular la FEM estàndard d'una pila. Cal destacar que una FEM amb signe positiu implica que la reacció és espontània en la forma que està escrita. Convé fer ressaltar que el coneixement de la FEM estàndard d'una pila ens permet calcular la variació d'energia lliure de Gibbs estàndard de la reacció.

És important destacar que l'electròlisi és el procés invers al d'una pila: és un procés redox forçat.

El mètode del sacrifici anòdic per protegir els metalls, l'obtenció de clor i lleixiu per electròlisi d'una solució concentrada de clorur de sodi (salmorra), els recobriments electrolítics i les piles de combustibles són algunes de les aplicacions dels principis de l'electroquímica que es tracten en aquest bloc.

Criteris d'avaluació**Criteris d'avaluació de la C1**

C1 Elaborar models químics interpretatius dels fenòmens i els processos químics més rellevants

CA1. Pertinència
CA2. Rigor
CA3. Eficiència

CA1. Pertinència

La pertinència en l'elaboració d'un model químic implica elaborar un model capaç d'explicar les propietats del sistema que es modelitza. La pertinència de les hipòtesis formulades en l'elaboració dels models químics comporta que aquestes hipòtesis proporcionin els elements bàsics de representació del sistema o fenomen químic que es modelitza i que siguin susceptibles de ser contrastades experimentalment. Per acabar, cal que les formes utilitzades per representar els models siguin pertinents, és a dir, que ens permetin visualitzar apropiadament els elements bàsics del model i expressar gràficament i matemàticament, si és possible, les relacions entre les variables.

CA2. Rigor

El rigor és la qualitat de ser exacte i precís en l'elaboració i l'avaluació del model: en la selecció, l'obtenció i l'avaluació de les proves, en l'argumentació construïda, en l'expressió verbal, gràfica i simbòlica del model, i en l'avaluació i revisió del model partint de les dades obtingudes. Una modelització rigorosa implica contrastar les hipòtesis amb el màxim de dades experimentals possible, obtingudes amb exactitud i precisió, descartar les hipòtesis que no puguin ser validades, i revisar i reelaborar el model si les hipòtesis formulades no permeten explicar correctament les propietats del sistema. Pel que fa a l'expressió verbal, gràfica i simbòlica dels models, el rigor està relacionat amb l'apropiació progressiva d'un llenguatge científic, molt més objectiu i precís que el llenguatge quotidià.

CA3. Eficiència

L'eficiència és la capacitat per dur a terme l'elaboració d'un model amb el mínim de recursos i en el temps de què es disposa. L'eficiència en l'elaboració de models implica, doncs, ser capaç d'elaborar els models en el temps disponible en interacció amb altres companys i companyes i amb el suport pedagògic del professorat. L'eficiència mesura els resultats obtinguts en relació amb els recursos utilitzats. Per tant, un procés de modelització eficient és aquell en què s'aconsegueix elaborar un bon model sense dedicar-hi un temps excessiu, traient el màxim de profit del debat amb els companys i de la interacció amb el professor o professora. D'altra banda, l'eficiència de la modelització també es mesura per la capacitat d'utilització del model per elaborar explicacions de fenòmens anàlegs en contextos diferents i per fer prediccions quan canvien les condicions inicials o alguna de les variables rellevants. Així, un mateix model ens permet

explicar fenòmens molt diversos i predir comportaments del sistema en diverses condicions.

Criteris d'avaluació de la C2

C2 Investigar fenòmens químics rellevants a partir de la resolució de problemes químics i de dades experimentals o bibliogràfiques

CA1. Pertinència
CA2. Coherència
CA3. Rigor

CA1. Pertinència

La pertinència d'una investigació sobre un fenomen químic es mesura per la seva capacitat de trobar la solució per a una pregunta o un problema plantejat. Implica la pertinència de les qüestions plantejades i la del fonament del mètode i del procediment dissenyat per resoldre-les. La pertinència de les qüestions té a veure amb la seva rellevància en relació amb els models que s'elaboren i, d'altra banda, amb la possibilitat de ser investigades experimentalment amb el material i els instruments de què es disposa o mitjançant una cerca bibliogràfica. La pertinència del fonament del mètode i del procediment dissenyat està relacionada amb l'adequació del procediment a la naturalesa del problema plantejat, a la identificació correcta de les variables implicades, i a la planificació encertada de les mesures i el control de variables, quan aquest control sigui necessari.

CA2. Coherència

La coherència d'una investigació mesura la relació lògica que hi ha entre les parts que la formen. La coherència en el disseny i la realització d'investigacions experimentals, en la resolució de problemes i en les cerques bibliogràfiques en l'àmbit de la química implica que hi hagi una correspondència adequada entre el disseny previ i la realització de la investigació, la resolució del problema o la cerca bibliogràfica. Així, hi haurà coherència en una investigació experimental si la mesura de les variables dependent i independent es fa amb els instruments adequats, i si es mantenen constants totes les variables de control identificades, d'acord amb el disseny elaborat prèviament. En la resolució d'un problema que implica un raonament qualitatiu o la realització de càlculs numèrics hi haurà coherència si el raonament o els càlculs corresponen a la qüestió plantejada i segueixen l'esquema de resolució dissenyat prèviament. En una cerca bibliogràfica, hi haurà coherència si les fonts i les dades consultades són fiables i corresponen a la qüestió i a les hipòtesis plantejades prèviament.

CA3. Rigor

El rigor en una investigació química experimental implica fer les mesures amb exactitud i precisió, utilitzant els instruments més adequats, i expressar els resultats amb la precisió que es deriva de la sensibilitat dels instruments. En la resolució d'un problema químic, el rigor implica fer els càlculs amb cura i expressar els resultats amb el nombre de xifres

significatives que correspon a la precisió de les dades. En tots els casos, el rigor pressuposa especificar les condicions en què s'han obtingut els resultats, comparar-los amb els que pugui haver-hi a la bibliografia i ser curosos de l'expressió de les conclusions, delimitant el seu camp de validesa.

Criteris d'avaluació de la C3

C3 Argumentar les causes i les possibles solucions de problemes rellevants mediambientalment, sanitàriament i socioeconòmicament basant-se en evidències i models

CA1. Coherència
CA2. Eficiència

CA1. Coherència

La coherència de les argumentacions científiques implica que estan ben construïdes a partir de les proves o evidències experimentals que la ciència aporta en relació amb els problemes sociocientífics que s'abordin. La diferenciació entre observacions i hipòtesis, entre descripció i interpretació de les dades, etc., és un aspecte important per valorar la coherència de les argumentacions, de la qual depèn la consistència de les conclusions a les quals s'arribi. La coherència es pot apreciar tant en la comunicació escrita com en la verbal, per exemple en els informes escrits que es puguin demanar o en els debats organitzats sobre qüestions controvertides.

CA2. Eficiència

L'eficiència de les argumentacions té a veure amb la capacitat d'arribar a formular propostes efectives per resoldre els problemes sociocientífics o mediambientals plantejats. Aquesta efectivitat serà més alta com més ben identificat hagi estat el problema que s'hagi de resoldre, més rigorosa hagi estat la tasca de cerca bibliogràfica de les solucions que la ciència i la tecnologia actual poden aportar, i més ben argumentada hagi estat la presa de decisions.

Expectatives de final de cicle

Expectatives de final de cicle de la C1

Al final de batxillerat, l'alumne elabora models químics interpretatius dels fenòmens i els processos químics més rellevants. Per fer-ho, utilitza amb pertinència els models de la química en l'explicació de fenòmens i la formulació d'hipòtesis pertinents sobre el comportament dels sistemes o fenòmens químics. També analitza amb rigor els elements característics del fenomen, identificant les dades i la informació més rellevant d'entre tota la disponible. A més, aplica el model químic per explicar amb rigor el fenomen o procés i comprova les seves hipòtesis, fent amb eficiència els càlculs o procediments necessaris,

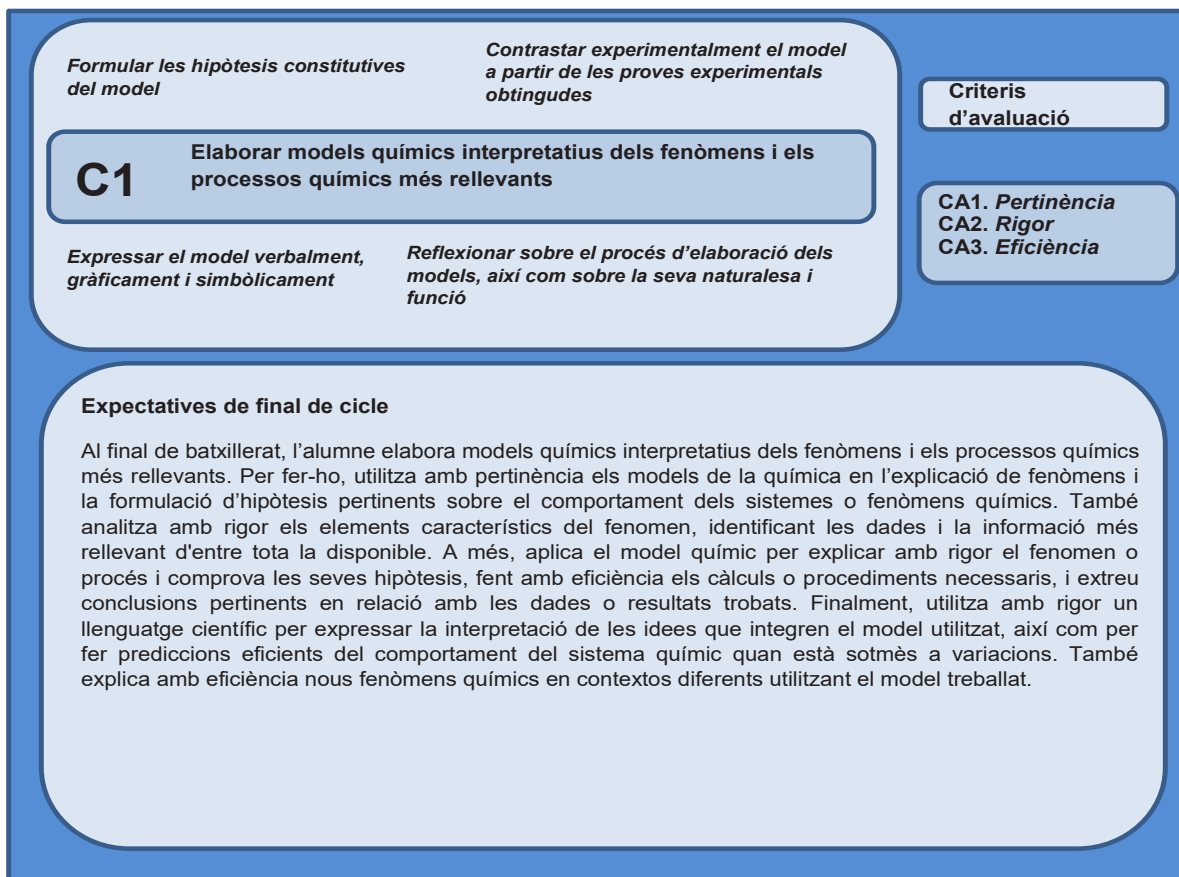
i extreu conclusions pertinents en relació amb les dades o resultats trobats. Finalment, utilitza amb rigor un llenguatge científic per expressar la interpretació de les idees que integren el model utilitzat, així com per fer prediccions eficients del comportament del sistema químic quan està sotmès a variacions. També explica amb eficiència nous fenòmens químics en contextos diferents utilitzant el model treballat.

Expectatives de final de cicle de la C2

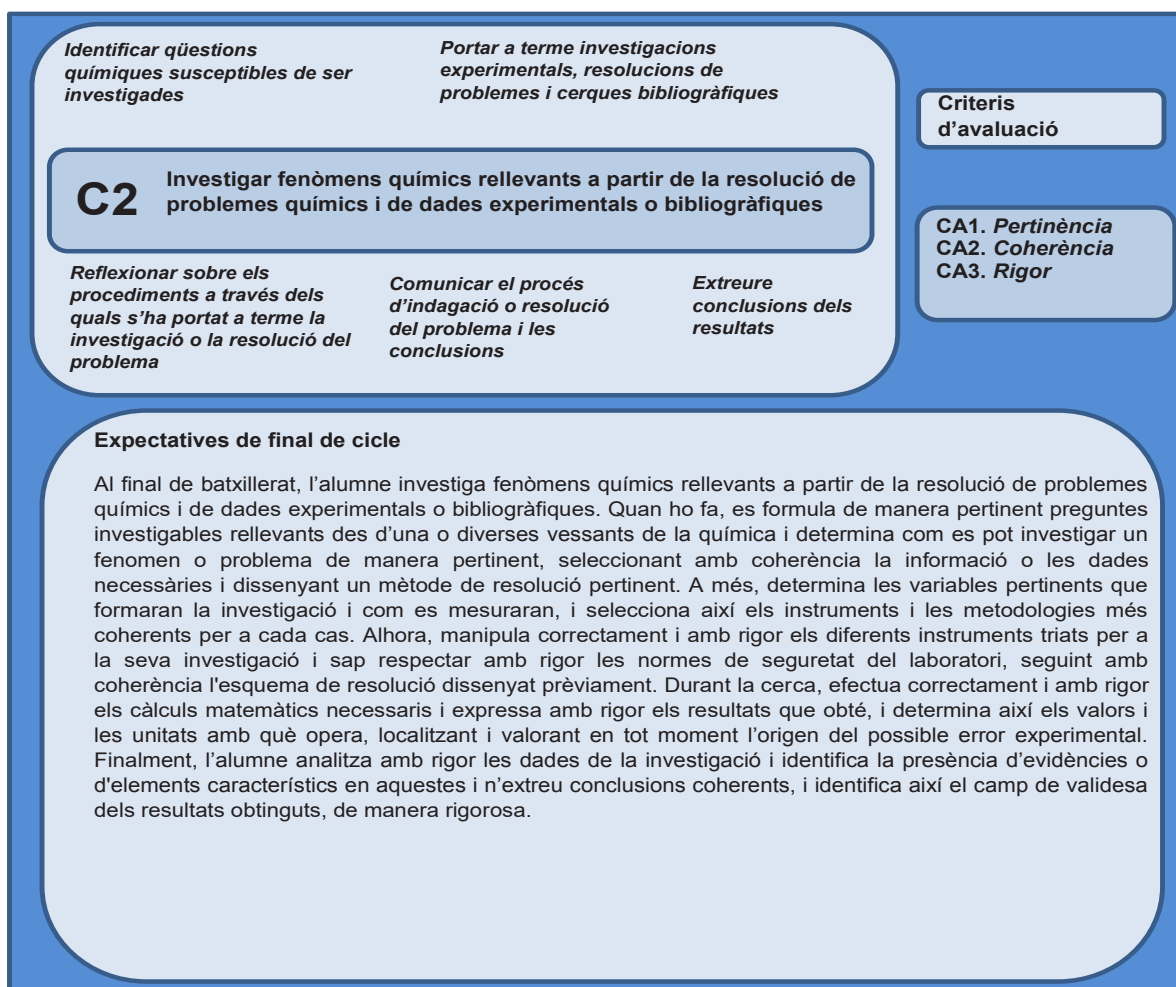
Al final de batxillerat, l'alumne investiga fenòmens químics rellevants a partir de la resolució de problemes químics i de dades experimentals o bibliogràfiques. Quan ho fa, es formula de manera pertinent preguntes investigables rellevants des d'una o diverses vessants de la química i determina com es pot investigar un fenomen o problema de manera pertinent, seleccionant amb coherència la informació o les dades necessàries i dissenyant un mètode de resolució pertinent. A més, determina les variables pertinents que formaran la investigació i com es mesuraran, i selecciona així els instruments i les metodologies més coherents per a cada cas. Alhora, manipula correctament i amb rigor els diferents instruments triats per a la seva investigació i sap respectar amb rigor les normes de seguretat del laboratori, seguint amb coherència l'esquema de resolució dissenyat prèviament. Durant la cerca, efectua correctament i amb rigor els càlculs matemàtics necessaris i expressa amb rigor els resultats que obté, i determina així els valors i les unitats amb què opera, localitzant i valorant en tot moment l'origen del possible error experimental. Finalment, l'alumne analitza amb rigor les dades de la investigació i identifica la presència d'evidències o d'elements característics en aquestes i n'extreu conclusions coherents, i identifica així el camp de validesa dels resultats obtinguts, de manera rigorosa.

Expectatives de final de cicle de la C3

Al final de batxillerat, l'alumne argumenta les causes i les possibles solucions de problemes rellevants mediambientalment, sanitariament i socioeconòmicament basant-se en evidències i models químics. Per fer-ho, és capaç d'analitzar els problemes o necessitats sociocientífiques per tal d'identificar amb coherència en què consisteix un problema o una necessitat concreta. Utilitza amb coherència dades o evidències científiques i models de la química per tal de posicionar-se en relació amb una qüestió i argumentar sobre aquesta. Alhora, selecciona eficientment la informació per al problema d'entre tota la informació disponible i defensa eficaçment i sense entrar en contradiccions les posicions pròpies a partir d'arguments basats en proves i coneixements que involucren la química. Finalment, formula propostes de millora eficients en relació amb la problemàtica tractada i els arguments.

Quadres de síntesi**Quadre de síntesi de la C1**

Quadre de síntesi de la C2



Quadre de síntesi de la C3

